ROCZNIKI KULTURY FIZYCZNEJ

ANNALES DE CULTURE PHYSIQUE

PRACE I MATERIAŁY NAUKOWE Z ZAKRESU KULTURY FIZYCZNEJ

TOM II. ZESZYT 2

VOL. 2. Nr 2

ZYGMUNT GILEWICZ

RADZIECKA TEORIA MOTORYCZNOŚCI CZŁOWIEKA

I JEJ WPŁYW NA PRAKTYKĘ WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU

WARSZAWA 1949

ROCZNIKI
KULTURY
FIZYCZNEJ

ROCZNIKI KULTURY FIZYCZNEJ
ANNALES DE CULTURE PHYSIQUE

PRACE I MATERIAŁY NAUKOWE Z ZAKRESU KULTURY FIZYCZNEJ
Contribution et travaux scientifiques concernant la théorie de Culture Physique

Tom II. Zesz. 2 WARSZAWA 1949 Vol. 2. Nr 2

ZYGMUNT GILEWICZ

THÉORIE SOVIETIQUE DE LA MOTRICITÉ HUMAINE

ET SON INFLUENCE SUR LA PRATIQUE DE L'EDUCATION PHYSIQUE ET DU SPORT

Redakcja: Warszawa, ul. Marszałkowska 58, Akademia Wychowania Fizycznego, Zakład Fizjologii.
Wydawnictwo: Warszawa, ul. Wyzwolenia, Główny Urząd Kultury Fizycznej

2

ROCZNIKI
KULTURY FIZYCZNEJ
ANNALES DE CULTURE PHYSIQUE

PRACE I MATERIAŁY
NAUKOWE Z ZAKRESU
KULTURY FIZYCZNEJ

TOM II. ZESZYT 2 VOL. 2. Nr 2

ZYGMUNT GILEWICZ

RADZIECKA TEORIA MOTORYCZNOŚCI CZŁOWIEKA I JEJ WPŁYW NA PRAKTYKĘ WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU

WARSZAWA 1949

DRUKOWANO W NAKŁADZIE
1000 EGZ NA PAPIERZE DRUK
SAT. V KL. 70 G. FORMAT B5
W DRUKARNI WYD. „PRASA
WOJSKOWA" W WARSZAWIE
Nr 972. B-67837.

RADZIECKA TEORIA MOTORYCZNOŚCI CZŁOWIEKA I JEJ WPŁYW NA PRAKTYKĘ WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU

Charakterystyczną cechę nauki radzieckiej stanowi bezpośredni i bardzo ścisły związek wiedzy teoretycznej i technicznej; zwraca na to uwagę J. Dembowski, mówiąc, że ponieważ nauce w ZSRR wyznaczono ściśle społeczno-państwową rolę, przeto dominuje w niej kierunek stosowany i jeżeli w jej obrębie są rozwiązywane problemy specjalne, pozornie nie służące bezpośrednim celom utylitarnym, to jednak narzuca je teoretykom samo życie; nie powstawałyby zapewne, gdyby nie stanowiły szczebli ku osiągnięciu wytkniętych zamierzeń. Prawda wypowiedziana przez Dembowskiego o nauce radzieckiej wyjątkowo dobitnie zaznacza się na terenie wiedzy technicznej o wychowaniu fizycznym. W żadnym bowiem innym kraju nie występuje tak jaskrawo związek między fizjologią i biologią z jednej a pracą wychowawczą z drugiej strony. W szczególności w ostatnich latach wzrosła współpraca w dziedzinie praktyki wychowania fizycznego i sportu oraz biologii i neurofizjologii. W Związku Radzieckim wytworzyły się wyjątkowo sprzyjające warunki dla rozwoju tych nauk; należy pamiętać, że obok opieki i poparcia, jakiego doznaje nauka radziecka ze strony państwa i jakim została otoczona neurofizjologia, stanowiąca jedną z podstawowych dziedzin wiedzy o człowieku, w drugiej połowie ubiegłego stulecia na horyzoncie wiedzy neurofizjologicznej zabłysły dwie gwiazdy pierwszej wielkości: I. M. Sieczenow oraz I. P. Pawłow, którzy stworzyli mocną podstawę dla współczesnego poglądu na jedność ludzkiej osobowości i na decydujące znaczenie środowiska w procesach rozwoju osobniczego. Nie możemy się tu zajmować szczegółowym przeglądem dorobku tych dwu, światowej sławy, uczonych rosyjskich, musimy jednak nadmie-

nić, że stworzyli oni własne szkoły, które wydały szereg wybitnych neurofizjologów i wywarły decydujący wpływ na postawy psychologów i pedagogów w całym świecie. Nawiasem mówiąc, nie brak danych na to, że Sieczenowa łączyły bliższe stosunki z N. G. Czernyszewskim, który w 50 — 60 latach ubiegłego stulecia propagował myśl, że źródłem zjawisk psychicznych u człowieka jest jego cielesna organizacja.

Pawłow nazwał Sieczenowa ojcem fizjologii i oświadczył, że czuje się szczęśliwym, iż obu im udało się zdobyć dla wiedzy fizjologicznej nie połowiczny, lecz niepodzielnie cały zwierzęcy ustrój. Dorobek naukowy Sieczenowa musiał spowodować żywe zainteresowanie wiedzą fizjologiczną, w szczególności zaś neurofizjologią. Ze szkoły Sieczenowa wyszedł wybitny badacz zjawisk elektrycznych w mięśniach i układzie nerwowym, N. E. Wwedenskij, który wyjaśnił zjawiska parabiozy, pobudzenia i hamowania w obrębie centralnego ustroju nerwowego, a w ślad za tym uczonym ukazały się nazwiska tej miary, co: Gurewicz, Orbelli, Beritow, Uchtomski i inni, nie mówiąc o długim szeregu fizjologów pracujących w innych dziedzinach tej dyscypliny, wśród których czytelnikom, interesującym się teoriopoznawczymi zagadnieniami wychowania fizycznego, znane są nazwiska: Krestownikowa, Marszaka, Bykowa, Bernsztejna i innych.

Wśród wielkiej liczby fizjologów ZSRR jest kilku, którym wychowanie fizyczne zawdzięcza wiele; prace ich stały się podstawą dydaktyki ćwiczeń ruchowych i treningu sportowego w Związku Radzieckim. Im to zawdzięczamy oparcie treningu na podstawach naukowych, racjonalizację nauczania ćwiczeń ruchowych oraz badania nad istotą ludzkiej motoryczności. Wybitni neurofizjolodzy i neuropatolodzy radzieccy poświęcili wiele uwagi zagadnieniom psychomotoryki. Owocem przeszło trzydziestoletniej ich pracy jest oryginalna teoria koordynacji ruchów oparta na dorobku wiedzy fizjologicznej do 1946 r. Dotychczas przeprowadzone badania przez Bernsztejna zostały zebrane w całość dającą jasny obraz mechanizmów psycho-motoryki oraz poddane eksperymentalnej kontroli i rzeczowej krytyce; dzięki temu zyskały nie tylko charakter cennej syntezy, ale stanowią również pełny obraz wiedzy o motoryczności człowieka. Teoria koordynacji ruchów jest zarazem teorią motoryczności człowieka w filogenetycznym i ontogenetycznym jej ujęciu. Radzieccy fizjologowie ostatniej doby stworzyli syntezę, bez znajomości któ-

rej wychowawca, nauczyciel ćwiczeń ruchowych i trener byliby zmuszeni, jak to się działo poprzednio, błąkać się pomiędzy oderwanymi od ich zainteresowań problematami naukowymi a bezkrytycznym empiryzmem naukowego laicyzmu. Synteza ta jest zjawiskiem wysoce cennym i jedynym w literaturze wszechświatowej; ujęta w formę ścisłą i dostosowaną do potrzeb kultury fizycznej i pracy jest pozycją, w której zarówno teoretyk jak i praktyk znajdzie interesujące ich myśli, przeto podajemy ją w obszernym streszczeniu dzieła: „O postrojenii dwiżenij".

Motoryczność człowieka wyniosła go na najwyższy szczebel hierarchii filogenetycznej, jednocześnie więc była i jest przedmiotem zainteresowań wiedzy ścisłej. Związki między ruchową działalnością człowieka a światem jego wyobrażeń i pojęć były dawno znane, ale mechanizmy tych powiązań aż do bieżącego stulecia nie zostały zbadane. Tajemnicę osobowości człowieka kryło odwieczne przeświadczenie o niezależności od siebie światów ducha i materii. Jakkolwiek wiedza przyrodnicza z dnia na dzień przynosiła dowody współzależności między cielesnym i duchowym życiem człowieka, to jednak dopiero neurofizjologia i zoopsychologia ostatniej doby potrafiły we właściwy sposób przeciwstawić się argumentacji metafizycznej i przedstawić człowieka jako twór niezróżniczkowany na tle stanów jego aktywności, ale zarazem zróżniczkowany w tym sensie, że należy w nim odróżniać biologiczne i społeczne aspekty jego osobowości. Formułując fakt scalenia wszystkich funkcji ustrojowych za pośrednictwem centralnego ustroju nerwowego, fizjologia musiała wyłonić z siebie nową gałąź wiedzy, której zadaniem jest badania filogenezy i ontogenezy centralnego ustroju nerwowego i wyjaśnianie istoty mechanizmów psychofizycznego życia ustroju. W świetle danych neurofizjologii uległ zmianie, między innymi, dotychczasowy pogląd na rolę ruchowego obwodu w motoryczności człowieka, jak również w pewnej mierze wyjaśniły się drogi, na których powstają związki między ruchową aktywnością człowieka a światem jego idei, okazało się bowiem, że obwód ruchowy jest ślepy i głuchy na bodźce decydujące o ruchomym działaniu i postępowaniu człowieka. Okazało się ponadto, że bez czuciowej korekcji staje się niewykonalny żaden akt ruchowy i że tajemnica ruchowej sprawności ustroju polega nie na tresurze mięśni ciała, lecz na doskonaleniu się ośrodków psychomotorycznych, rządzonych właści-

wymi dla nich prawami pobudzenia i hamowania. Neurofizjologia, formułując rolę czuciowej sfery w zjawiskach ruchowych reakcji, rzuciła światło na istotę stosunku ustroju do środowiska zewnętrznego, na biologiczne jego znaczenie i na zawarte w nim czynniki kształtowania stylu ludzkiej motoryczności. Wreszcie, co jest najważniejsze, neurofizjologia pozwoliła sformułować niezbitą zasadę encefalizacji wszystkich czynności ludzkiego ustroju, a wraz z nią ustaliła, że ruchowa korelacja nie opiera się na mechanicznym wiązaniu ze sobą ruchowych elementów w całość odpowiadającą życiowym potrzebom, lecz na ciągłym twórczym procesie w obrębie ośrodków psychomotorycznych, polegającym na przesyłaniu do mięśni impulsów odpowiednio do zadań ruchowych, ale impulsów określanych stanami pobudzenia i zahamowania w obrębie sfery czuciowej. Argumentacja dotycząca tego zagadnienia jest wysoce cenna, zwłaszcza gdy opiera się na dowodzie biologicznym i na obserwacjach klinicznych, dostarczających cennego materiału zastępującego w stosunku do człowieka eksperyment wiwisekcyjny. W świetle tej teorii staje się jasna geneza antytalentów ruchowych, którą bardzo mgliście próbował w swoim czasie formułować Vallon (La Maladresse), w niej też znajdzie wychowawca cenne wskazówki dla korektywnych poczynań w dziedzinie nauczania ćwiczeń ruchowych.

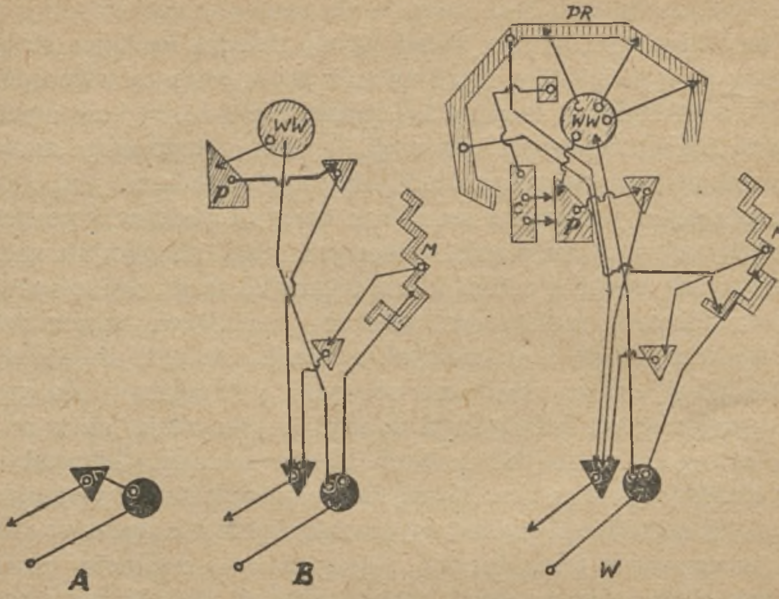
Radziecka teoria motoryczności wyrosła na gruncie danych filogenezy układu nerwowego i ta właśnie okoliczność dopomogła do ustalenia faktu, że struktura ruchu, zależnie od charakteru ruchowego aktu, odbywa się nie w jakimś ściśle określonym miejscu mózgowia, lecz na kilku psychomotorycznych poziomach.

O losach osobników w walce o byt decyduje działanie normowane coraz to bardziej skomplikowanymi mechanizmami ich przystosowania. Telereceptory w tym poważnym procesie życia przychodzą z pomocą układowi efektorów dostarczając mu już nie tylko elementy, ale i gotowe czuciowe syntezy, niezbędne do powstawania reakcji celowych z punktu widzenia interesów ustrojów. Rządząc poniekąd formą i treścią ustrojowych oddziaływań na bodźce zewnętrzne, telereceptory pozostają równocześnie w służbie efektorów, podobnie jak komórki wywiadowcze czy informacyjne pozostają w służbie ludzkich organizacji, ale w znacznym stopniu decydują równocześnie o ich losach. W miarę ewolucyjnego postępu,

a także w miarę komplikowania się zadań ruchowych, stawianych przez życie osobnikom, wzbogacanie się resursów ruchowych reakcji idzie w dwu kierunkach: z jednej strony zadania ruchowe stają się bardziej skomplikowane, w związku z czym narasta różnorodność reakcji, do których stosowane być muszą coraz to większe wymagania w sensie ich celowości i precyzji. W wyniku tego ulega zmianom treściowa strona samych reakcji, czego przykładem jest różnica w treści i stylu poruszania się ryb w wodzie i ptaków w powietrzu. Z drugiej znów strony, wśród ruchowych zadań stawianych ustrojowi znajdą się również takie, które wymagać mogą jednorazowych, nieprzewidzianych reakcji w ramach ruchowych mechanizmów przystosowanych do szablonowych sytuacji. Na tym tle rodzić się musiała plastyczność układu nerwowego i jego zdolność do gromadzenia poprzednich doświadczeń w celu zużytkowania ich w oddziaływaniach podyktowanych nowymi okolicznościami. Schematycznie rzecz traktując można powiedzieć, że pierwszy z dwu wspomnianych kierunków zostaje zabezpieczony ewolucyjnym postępem w obrębie sfery wyczuwania (receptoryki), drugi zaś — ewolucją morfologicznych elementów regulacji energetycznych wyładowań, normowaną prawami odruchowego łuku.

Istotny sens filogenetycznego rozwoju układu nerwowego polega na tym, że życiowe konieczności doprowadzają nie tylko do jego ilościowego rozrostu, ale i do jego obrastania nowymi formacjami, nie posiadającymi odpowiedników w poprzednich etapach filogenezy. Takie obrastanie musi polegać na tym, że jednoneuronowy system zostaje zastąpiony systemem dwu lub więcej neuronowym; zmienia to przebieg dróg od ośrodka do obwodu w ten sposób, że z ciągłych przechodzą one w odcinkowe, składające się z etapów, ilością i jakością odpowiadających fazom ewolucji (filogenezy).

Obrastanie centralnego układu nerwowego nowymi formacjami w różnych epokach jego ewolucji pociąga za sobą trojakie następstwa, a mianowicie: 1. każdy nowopowstały człon mechanizmu psychomotorycznego obejmuje przodowniczą rolę w neurologicznej strukturze ruchu, 2. w obrębie poprzedniego układu stosunków starsze morfologicznie formacje albo tracą dotychczasową swoją autonomię, albo w nielicznych wypadkach ulegają zanikowi, 3. stwarzają się takie warunki współpracy formacji morfologicznych, przy któ-



Rys. 1. Schemat stopniowego obrastania efektorowych systemów mózgu. Kółka oznaczają ośrodki czucia, trójkąty — ruchu. A — poziom rdzeniowy: obwodowe senso i motoneurony wraz z synapsem, B — poziom talamo-pallidalny, WW—wzgórze wzrokowe, M— sfera motoryczna kory mózgowej i początek dróg piramidalnych, C — filogenetycznie najmłodsze i zarazem główne jądro ciała prążkowanego, PR — pola rzutowe kory mózgowej (Bernsztejn — O Postrojenii Dwiżenij).

rych niżej stojące w hierarchii człony mechanizmu psychomotorycznego, nic nie tracąc z dotychczasowych swoich specjalnych funkcyj, ograniczonych tylko atrybutami przodownika, muszą z nim działać harmonijnie; w przebiegu ruchowych reakcji biorą równoczesny udział wszystkie istniejące formacje morfologiczne, wyposażone we własne systemy łączności z obwodem, zarówno w obrębie informacji (receptoryki) jak i działania (efektoryki). Gdybyśmy teraz zechcieli w tym oświetleniu badać postaciowe i czynnościowe składniki ośrodkowego układu nerwowego w ich filogenetycznym rozwoju, potrafilibyśmy uzmysłowić sobie zasadnicze biologiczne założenia radzieckiej teorii polegające na tym, że:

1. każda nowopowstała nadbudowa bardziej prymitywnego układu spowodowana została życiową koniecznością, wyło-

nioną przez komplikowanie się ruchowych zadań żywych ustrojów;

2. ciągłość i powolność ewolucyjnych procesów musi powodować fakt, że gromadzące się w związku z cechami środowiska biologicznego zadania ruchowe muszą być na odcinku pewnego czasu rozwiązywane przy pomocy niewspółmiernych dla nich ruchowych zasobów prymitywnego typu;
3. w przebiegu filogenezy narasta wciąż potrzeba gromadzenia doświadczenia osobniczego i tworzenia warunkowych związków, czyli wychodzenia poza ramy gatunkowych stereotypów, co stanowi moment sprzyjający powstawaniu nowych nadbudówek w obrębie układu nerwowego;
4. wiele z nadbudówek, powstałych w obrębie centralnego układu nerwowego w przebiegu jego ewolucji, w jednym z jej okresów stanowiły nadrzędne organy psychomotoryki, z czasem zaś zostały zastąpione nowopowstałymi formacjami;
5. w miarę encefalizacji funkcji ustrojowych tylne odcinki ośrodkowego układu nerwowego, tracąc swą autonomię, zwężały również zakres swych kompetencji, w związku z czym pozostaje fakt migracji ośrodków czynności fizjologicznych do wyższych poziomów;
6. filogenetycznie młodsze a zarazem wyższe poziomy coraz silniej zostają związane z końcowymi elementami czuciowymi jak i z wyższymi nadbudówkami, do kory mózgowej włącznie;
7. najnowsze formacje centralnego układu nerwowego stanowią najbardziej przydatne do rozwiązania zadań ruchowych narzędzie, wyposażone w mnemiczne uzdolnienia i umiejętności tworzenia syntez sensorycznych.

Ujrzeliśmy w tym oświetleniu ośrodkowy układ nerwowy w postaci wielopoziomowego masywu, w którym każdy z poziomów odpowiada pewnej filogenetycznej epoce i etapom rozwoju motoryczności, wzbogacanej w miarę zjawiania się każdej z nadbudówek. Myśl ta wyrażona została w sposób następujący: „Każdy nowy poziom struktury ruchu zawiera i przynosi wraz ze sobą nie no-

we cechy ruchów, lecz nowe pełnocenne ruchy". Dowodów słuszności takiego twierdzenia dostarczają obserwacje kliniczne, z których wynika, że w wypadkach porażenia pewnych ośrodków psychomotorycznych zanikają nie cechy poszczególnych ruchów, lecz poszczególne postacie ruchu, względnie ich terytorialne składniki.

W nawarstwieniach psychomotorycznych, odpowiadających epokom filogenezy motoryczności, jak w geologicznych pokładach odzwierciedla się przeszłość, którą nie w archiwalnej, lecz żywej postaci w myśl biogenetycznego prawa Heckla możemy obserwować na przykładzie osobniczego rozwoju motoryczności u dziecka (ontogeneza, do której jeszcze wrócimy). W najgłębszych warstwach tej struktury tkwią najstarsze paleokinetyczne koordynacje, które u wyższych kręgowców obejmują czynności wegetatywne jak ruchy robaczkowe jelit, pracę zwieraczy, skurczowo-dylatacyjną czynność naczyń krwionośnych itp. W następnej wyższej warstwie spotykamy się z prostymi odruchami, elementarnymi w swej strukturze i aferentacji (informacji czuciowej). Jeszcze wyżej znajdziemy sferę ruchów bardziej złożonych, uzasadnionych skomplikowaną biologiczną potrzebą i wymagających już nie elementarnych czuciowych wrażeń, lecz czuciowych syntez i pamięciowych składników działania ruchowego: będzie to już sfera psychofizjologicznych zjawisk. Wreszcie najwyższą warstwę uosabniać będą najmłodsze formacje kory mózgowej, jako siedliska specyficznie ludzkich koordynacji, których nie da się zaliczyć do szeregu wyłącznie biologicznych konieczności, a które pozwoliły człowiekowi opanować mowę, pismo, rękoczyny i to nie tyle ze względu na działanie czynników biologicznych, lecz i czynników natury społecznej.

Analiza układu ruchowego kręgowców, tj. jego strony biernej (wieloczłonowy kościec), jak i strony czynnej (umięśnienie złożone z włókien prążkowanych), nasuwa następujące spostrzeżenia. Bierna część układu nerwowego, złożona z członów układających się wzdłuż osi narządów bez udziału strony czynnej, nie jest w stanie zabezpieczyć całemu układowi zwartości, w połączeniu zaś z mięśniowymi masami tworzy ruchowe łańcuchy, których ogniwa odpowiadają poszczególnym członom kośćca. Przy biernych stanach mięśni, wchodzących w skład ruchowych łańcuchów, poszczególne ogniwa są względem siebie ruchome, zależnie od charakteru swych

połączeń, dzięki czemu w obrębie ruchowych łańcuchów powstaje pewna ilość stopni swobody ruchów. Stopnie te warunkują powierzchnie stawowe, zależnie od ich kształtów: a więc stawy blokowe mogą dawać jeden stopień swobody ruchu, jajowate i siodłowe — dwa, stawy zaś sferyczne — trzy stopnie swobody ruchu. Ilość stopni odkształcania każdego ruchowego łańcucha jest sumą wszystkich stopni swobody ruchu w jego obrębie, albo też ilość ta jest nieco mniejsza, gdy mamy do czynienia z łańcuchem zamkniętym. Ruchomość poszczególnych części ludzkiego ciała określa z kolei suma możliwych odkształceń we wszystkich razem wziętych łańcuchach ruchowych i to właśnie składa się na jego gibkość. Aby ułatwić czytelnikowi uzmysłowienie następstw, wynikających z powyższego układu biomechanicznych stosunków, podajemy następujące przykłady: Ruchomość nadgarstka w stosunku do łopatki określa się 7 stopniami swobody ruchu, ale ruchomość palca w stosunku do klatki piersiowej określa już 16 stopni. Cyfry te wydadzą się nam jeszcze bardziej rażące, jeśli uzmysłowimy sobie, że najdoskonalsze maszyny mogą posiadać zaledwie 1 — 3 stopni swobody ruchu, pocisk zaś armatni ma ich zaledwie 6. Ponieważ każde odkształcenie dowolnie obranego łańcucha zmienia układ płaszczyzny ruchu w końcowych członach tego łańcucha, przeto każdy materialny punkt tego łańcuchowego układu przy ruchach w obrębie końcowych ogniw systemu będzie przebiegał w nowych płaszczyznach po krzywych zwanych w mechanice trajektoriami. Ilość trajektorij dowolnego punktu omawianego systemu, jak z powyższego wynika, będzie warunkowana nie tylko ilością stopni swobody ruchu w każdym członie ruchowego łańcucha, ale również stopniami swobody ruchu w wyższych członach systemu. W tych warunkach ilość trajektorij obranego przez nas punktu w systemie ruchowym musi gwałtownie narastać, w miarę wzrastania stopni swobody ruchu w coraz to wyższych, dalszych od końcowych członów, ogniwach systemu. Jeśli chodzi o ludzkie ciało, to oznacza to konieczność wyboru trajektorii danego punktu ciała wśród olbrzymiego zasobu możliwości. Jak wielkie znaczenie ma to dla precyzji ruchów człowieka, widzimy na przykładzie pianisty: jeżeli każdy stopień swobody ruchu grającego na fortepianie odchyli jego palec o jeden stopień od właściwego kierunku, to suma swobody ruchów ręki wynieść może 5 — 6 cm. Jak wyglądałaby w tym wypadku melodia,

możemy sobie wyobrazić, gdy uzmysłowimy sobie, że w najlepszym wypadku taka pomyłka wyniosłaby tercję lub kwartę.

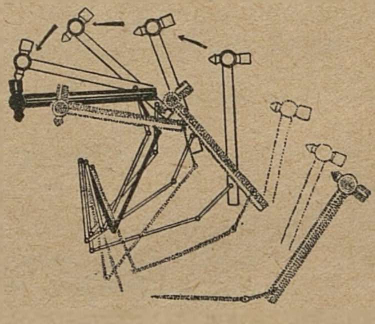
Większe jeszcze komplikacje, niż w obrębie stosunków przestrzennych, powstają w omawianym systemie ruchowych łańcuchów dla dynamicznych cech ruchu, bowiem w każdym z nich poszczególne człony posiadają swój ciężar i swoją bezwładność masy, dzięki czemu każda siła powstająca w jednym członie systemu wywołuje złożony układ sił przekazywanych do pozostałych jego członów. To wzajemne oddziaływanie poszczególnych członów ruchowego systemu prowadzi do wysoce skomplikowanej gry sił, które nie dadzą się ująć w cyfry i nie są dostępne dla analizy. Omawiane reaktywne siły, którymi dysponuje ustrój dla celów regulacji ruchu, powodują niezwykle złożony obraz stosunków dynamicznych w ruchach człowieka, przy czym obraz ten nie da się przewidzieć z góry, bowiem żadna teoria nie jest w stanie objąć ogromu reaktywnych sił i wzajemnych stosunków w obrębie poszczególnych członów łańcucha ruchowego. Dla ręki na przykład matematycznie daje się obliczyć tylko pierwszy moment jej ruchu pod wpływem interwencji tego czy innego mięśnia, natomiast obliczenie dalszego przebiegu ruchu stanowi zadanie nie do rozwiązania; jeśli nawet daje się ono obliczyć, to dopiero przy końcu. Wynika to z faktu, że utrwalenie każdej pozycji skomplikowanego ruchowgo łańcucha wymaga związania we wszystkich jego członach całej sumy stopni swobody ruchu, wykonanie zaś ruchu w obrębie tego łańcucha wymaga środków wiązania wszystkich stopni swobody ruchu, z wyjątkiem tych tylko, które są właściwe dla danego ruchowego zadania. Taka regulacja stosunków w obrębie ruchowego łańcucha jest właśnie zadaniem koordynacji pracy elementów mięśniowych, a celom jej służy ośrodkowy układ nerwowy zmieniający łańcuch ruchowy w poddający się kierownictwu system.

Trudność, z jaką układ nerwowy musi staczać walkę, polega na tym, że ustrój w każdym wypadku dysponuje tylko częścią sił, warunkujących ruch w obrębie całego łańcucha. W ciągu wieloletniego rozwoju fizjologii utrzymało się, a w niektórych podręcznikach utrzymuje się dotąd, mniemanie, że wpółzależność między mięśniowym napięciem i ruchem jest tak samo prosta jak współzależność między ruchem tłoku a ruchem koła w maszynie parowej. Niestety, w faktycznym materiale biodynamiki posiadamy wiele

wypadków, kiedy w całym przebiegu ruchowego łańcucha włączone bywają tylko zginacze, a równocześnie na wszystkich członach łańcucha odbija się to tylko wyprostnym przyśpieszeniem kątowym i odwrotnie. Wypadki, w których mięsień przerzucony poprzez jeden ze stawów wywołuje kątowe przyśpieszenie w szeregu innych stawów, są częstsze niż wypadki, w których zjawiska tego nie obserwujemy. Przy biomechanicznej analizie ruchu napotykamy jeszcze jedną komplikację polegającą na tym, że mięsień prążkowany stanowi swoistą elastyczną formację decydującą o stosunkach między długością mięśnia a jego napięciem. Chodzi tu o to, że napięcie mięśnia stanowi funkcję dwu naraz czynników: fizjologicznego stanu mięśnia i jego długości w danym momencie. W fakcie zmienności stosunków między napięciem i długością mięśnia, dopatrzeć się można kardynalnej różnicy między mechaniką żywego ustroju a mechaniką maszyny.

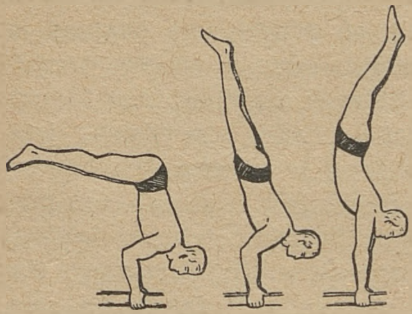
Z powyższego wykładu wynika, że pracujące mięśnie zmuszone są pokonywać: 1. siły zewnętrzne, jak siły ciążenia, nacisku, uderzenia itp., do których również należy zaliczyć siły mięśni w obrębie oddalonych stawów, działające bezpośrednio lub reaktywnie, 2. siły reaktywne w obrębie deformowanego przez ruch układu, 3. siły bezwładności członków i kierowanych przez nie narzędzi. Podajemy kilka przykładów, ilustrowanych wykresami i zdjęciami, które widzimy poniżej.

Rysunek 2, obrazujący położenie ręki i młota przy pracy kowala, stanowi przykład działania siły bezwładności. W przykładzie tym połowa całego zamachu przypada na ściąganie ręki ku dołowi i naprzód, podczas gdy ruch odbywa się ku górze i tylowi. Można to wyjaśnić w ten sposób, że ręka z młotem posiada jeszcze w tym momencie znaczną ilość sił bezwładu, pochodzących od pierwszej połowy zamachu; siły te muszą być pokonane dla zatrzymania młota w odpowiedniej chwili kosztem



Rys. 2. Kolejne położenie młota i ręki przy pracy kowala: u góry zamach, u dołu uderzenie. Cztery pozycje połączone strzałkami — fazy zamachowego ruchu, w którym wysiłek mięśniowy ściąga młot ku przodowi, nie zaś, jakby wydawało się, ku tyłowi (tamże).

napięcia w tych mięśniach, które działać winny w fazie uderzenia młotem, a więc w przeciwstawnej fazie pracy rąk kowala.



Rys. 3. Trzy kolejne fazy przejścia do stania na rękach. Ruch prostowników łokcia odbywa się kosztem zginaczy ramienia (tamże).

Rysunek 3, na przykładzie gimnastyki uzmysławia efekty działania siły ciążenia. Analiza pracy ramienia doprowadza do wniosku, że wobec powolności ruchu dźwigania ciała ku górze nie wchodzą tu w grę ani siły bezwładu, ani siły reaktywne; okazuje się jednak, że dalsze prostowanie łokcia do 90 stopni odbywa się nie dzięki pracy prostowników łokcia, które w tym momencie pozostają bezczynne, lecz kosztem pracy mięśni powodujących zginanie stawu barkowego (mięśnie: piersiowy większy, zębaty większy i mięsień naramienny).

Dalsze zdjęcia biegu rekordzisty Ladumega służą analizie efektów działań reaktywnych oraz sił inerwacyjnych.



Rys. 4. Fazy biegu światowego rekordzisty Ladumega, wykazujące wyraźną niezgodność mięśniowych wysiłków i kątowych przyśpieszeń w stawach wyrzutowej nogi (tamże).

W biegu, tuż po oderwaniu nogi od jej poprzedniego oparcia rozpoczyna się intensywne i przyśpieszające się zginanie kolana. Ruch ten powoduje podciąganie pięty do pośladka w czasie 0,15 —

0,10 sekundy i odbywa się w całym przebiegu przy znacznej przewadze pracy prostowników kolana. U Ladumega zginanie to odbywa się w ciągu 0,273 sekundy, przy czym w pierwszych 0,198 sek. zanotowano przyśpieszenie, w następnych 0,075 sek. zwalnianie się szybkości ruchu, w ostatnich zaś 0,011 sek., kiedy daje się dostrzec interwencja prostowników w hamowaniu ruchu, powstaje przewaga zginaczy. Zjawisko to można wytłumaczyć w ten sposób, że odbicie stopy ku górze od punktu oparcia, odbywające się kosztem reaktywnego efektu drugostronnej nogi, jest tak silne, iż wyklucza potrzebę dźwigania nogi ku górze za pomocą czynnego zginania kolana, a nawet rodzi potrzebę hamowania jej w celu uniknięcia zderzenia się z pośladkiem.

Przykład ilustrowany na rysunku 4. dotyczy badań nad biegiem. W przykładzie tym, w ślad za przejściem nogi wyrzutowej obok nogi służącej oparciu, w pierwszej z nich następuje:

a) hamowanie ruchu biodra, b) przyśpieszenie ruchu stopy ku przodowi, odpowiadające pracy prostowników kolana. Zestawienie tego, czego należałoby oczekiwać od mięśni, z tym, co ma miejsce w rzeczywistości, podaje następująca tabela:

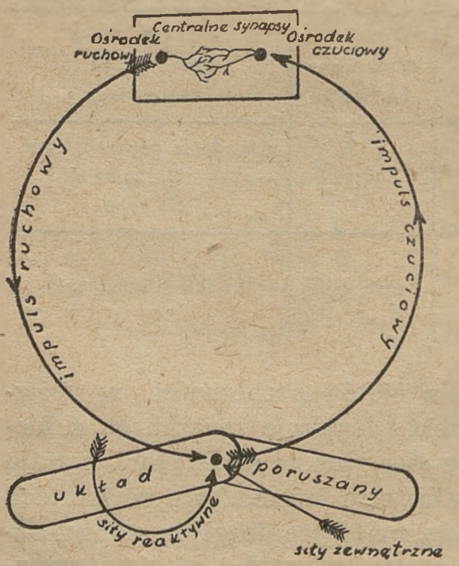
Staw	Jego pozycja na rysunku	Obserwowane przyśp. ruchu	Wysiłek oczekiwany wg logiki	Wysiłek, który ma miejsce w rzeczywistości
Biodrowy	Silny wyprost ku przodowi	Zwalnia prostowanie (ulega pracy zginaczy)	Zginanie	Opadanie poprzedniego wysiłku zginania do zera
Kolanowy	Maksymalne zgięcie	Najwyższy punkt wysiłku prostowania	Prostowanie	Wielka fala zginania

Komplikacje, które wynikają z nierównoznaczności w pewnych momentach oczekiwanego efektu logicznie związanego z kierunkiem ruchu, są tak istotne, że wobec nich na drugi plan usuwają się względy związane z nieposłuszeństwem łańcuchów o wielorakich stopniach swobody ruchu. Przyroda, znajdując drogi do pokonywania trudności łączących się ze wspomnianą wyżej nierównoznacznością, rozwiązuje równocześnie zadania drugorzędne, związane

z faktem nadmiaru stopni swobody ruchu w łańcuchach ruchowych, niezależnie od tego czy tych stopni będzie pięć, czy pięćdziesiąt.

Istotny moment przy zwalczaniu przez przyrodę podanych wyżej trudności stanowią sensoryczne sygnały, informujące o stopniu rozciągania się mięśni biorących udział w ruchu poszczególnych ogniw ruchowego łańcucha. W rzeczywistości, w każdym wypadku działania na organ ruchu sił zewnętrznych, reaktywnych i wewnętrznych w obrębie tkanki mięśniowej, centralny układ nerwowy, dzięki sensorycznym sygnałom, ma możność wprowadzenia do systemu działających sił współmiernych poprawek; w całej pełni występuje tu prawo s e n s o r y c z n y c h k o r e k c j i, formułowanie przez autora zacytowanego dzieła.

Wszystkie obserwowane w klinice postacie organicznych zaburzeń w koordynacji bywają zawsze związane ze schorzeniem aparatu percepcji, z jego drogami nerwowymi, a mianowicie z: labiryntem, czuciowymi elementami móżdżku, tylnymi wypustkami rdzenia pacierzowego. Spostrzeżenia kliniczne potwierdzają również doświadczenia laboratoryjne. Rola układu czuciowego polega tu na dozorze pracy efektorów, przeto w ślad za Scheringtonem, cały zespół funkcji wyczuwania nazywa autor proprioceptoryką w sensie czynnościowym, ponieważ zadaniem jej pozostaje korygowanie stosunków między długością mięśnia i jego napięciem, jak również sygnalizowanie szczegółów dotyczących pozycji narządów kątowych przyśpieszeń w obrębie stawów, a także dotyczących stopnia rozciągania i napięcia w mięśniach. Mięsień w różnych fazach swej aktywności, wywołując zmiany w stawach łańcucha ruchowego, wprawia w stan pobudzenia elementy proprioceptorów, a przez włączenie tego pobudzenia w obrębie cen-



Rys. 5. Schemat proprioceptywnego łuku odruchowego (tamże).

tralnego układu nerwowego na drogi efektoryki wprowadza do niej zmiany, odbijające się na fizjologicznym stanie mięśni. W procesie tym chodzi już nie o zwykły łuk odruchowy, lecz o cykl zjawisk, który uzmysławia poniższy schemat.

Koordynację rozumiemy, nie jako następstwo precyzyjności impulsów przesyłanych do mięśni, lecz jako osobną grupę mechanizmów fizjologicznych, wprowadzających w grę stałą i zorganizowaną współzależność między procesami receptoryki i efektoryki. „Żadna chociażby najbardziej szczegółowa analiza nie potrafiłaby w procesach efektoryki doszukać się elementów koordynacji, których tu brak. Koordynacja, niezależnie od tego czy przygotowuje peryferię ruchową do przyjęcia impulsu czynnościowego, czy formalizuje lub współuzależnia impulsy, zgodnie z konkretną sytuacją na obwodzie, pozostaje poza obrębem impulsu czynnościowego a w pewnej mierze nawet ponad nim". (Bernsztejn).

Reasumując dotychczasowe wywody dochodzimy do następujących twierdzeń. Dwie okoliczności:

1. fakt nadmiaru stopni swobody ruchu zależny od formy stawowych powierzchni oraz

2. fakt elastycznych połączeń mięśniowych między poszczególnymi ogniwami łańcucha ruchowego warunkujących brak ścisłych stosunków między aktywnymi stanami mięśni a ruchem, który to fakt można rozpatrywać jako ekwiwalent dodatkowych stopni swobody ruchu —

nadają narządom ruchu charakter nie poddającego się kierownictwu systemu. Siły, warunkujące konkretny ruch każdego ogniwa ruchowego łańcucha mogą być uzmysłowione jako geometryczna suma trzech składników: 1. siły skurczu właściwego mięśnia, 2. sił zewnętrznych (ciążenia, oporu itp.), 3. sił reaktywnych których ilość, jak wspomniano, narasta burzliwie w miarę zwiększania się stopni swobody. To właśnie sensoryczna korekcja impulsów mięśniowych rozwija się tak, aby przekątna działania wszystkich sił wewnętrznych, zewnętrznych i reaktywnych prowadziła poruszający się układ w pożądanym kierunku, z pożądaną siłą i szybkością. W takich warunkach każdy ruch będzie tym bardziej ekonomiczny, a więc i racjonalny, w im większym stopniu wyzyskane zostaną reaktywne i zewnętrzne siły.

Należyte wyzyskanie wszystkich sił, biorących udział w konkretnie pomyślanym ruchu, można porównać z czynnością przeszyfrowywania znaków. Takie przeszyfrowywanie będzie zawsze tym trudniejsze im lepiej został wyrobiony nawyk ruchowy; jeżeli zaś dodamy jeszcze do tego samą zmienność szyfru, uwarunkowaną w każdym poszczególnym wypadku i w każdym powtarzanym ruchu zmiennością układu aktualnych sił, to mało pozostanie nam z tych starych pojęć, zgodnie z którymi nowy nawyk ruchowy zawdzięcza się torowaniu nerwowych dróg przez wielokrotne powtarzanie ruchu. Pod nazwą koordynacji we współczesnym oświetleniu faktów należy tedy rozumieć proces pokonywania nadmiaru swobody ruchu poruszającego się narządu, czyli proces jego przekształcenia w system kierowany. Całokształt sensorycznych zestrojów, biorących udział w korekcjach ruchu i zabezpieczających jakość impulsów czynnościowych, jak również całokształt wzajemnych między systemami stosunków, nazywają uczeni s t r u k t u r ą d a n e g o r u c h u. Jakkolwiek w sensorycznych korekcjach bierze udział szereg receptorów, przesyłających sygnały do różnych poziomów układu nerwowego, to jednak akty korekcji odbywają się nie na tle pierwotnych, surowych, elementarnych doznawań, lecz na tle sensorycznych syntez, coraz bardziej złożonych w miarę posuwania się od dołu ku górze nawarstwień neurologicznych. Każde zadanie ruchowe, zależne od treści i jego cech rzeczowych, znajduje dla siebie właściwy poziom sensorycznych syntez, współmiernych z istotą ruchowego zadania. Taki właściwy dla ruchowego zadania poziom otrzymał miano poziomu przodowniczego, a suma wszystkich poziomów struktury ruchu wynosi pięć, przy czym oznacza się je początkowymi literami alfabetu. Na tych pięciu poziomach odbywają się procesy deautomatyzacji, jak również procesy zapamiętywania ruchów, ich automatyzacji za pośrednictwem sfery czuciowej, co wymaga od układu nerwowego jeszcze większej sprawności. Poziomy struktury ruchu, do których przechodzimy w dalszym toku wykładu, przedstawiają się następująco:

A — poziom paleokinetycznych regulacji, anatomicznie poziom rubro-rdzeniowy;

B — poziom synergij, anatomicznie talamo-pallidyczny;

C — poziom rzutowych pól, anatomicznie piramidalno-striatyczny. Ten ostatni dzieli autor na dwa podpoziomy: C1-striatyczny należący do systemu pozapiramidalnego i C2 — piramidalny odnoszący się do grupy ośrodków korowych;

D — poziom działania, anatomicznie ciemieniowo-premotoryczny;

E — grupa wyższych kortykalnych poziomów symbolicznych koordynacji (mowy, pisma itp.).

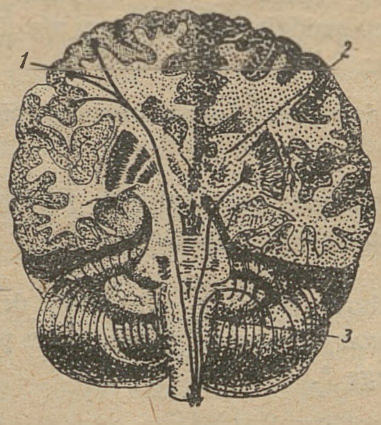
Nas, jako wychowawców w specjalnej dziedzinie, interesują przede wszystkim cztery pierwsze poziomy, im przeto wyłącznie poświęcimy naszą uwagę *.

---

* Dla ułatwienia orientacji warto przypomnieć sobie kilka szczegółów, dotyczących anatomii i embriologii mózgu. Mózg w embriogenezie człowieka rozwija się z trzech pierwotnych pęcherzyków, noszących miana: przodomózgowia (prozencephalon), śródmózgowia (mesencephalon) i zamózgowia (rhombencephalon). Przodomózgowie w ciągu embriogenezy ulega podziałowi na dwie odmienne części: kresomózgowie (telencephalon) i międzymózgowie (diencephalon); śródmózgowie poza wewnętrznym rozwojem strukturalnym nie przechodzi głębszych faz różnicowania się; zamózgowie zaś, jak i przodomózgowie, dzieli się na nowe formacje: na rdzeniomózgowie (myelencephalon) i tyłomózgowie (metencephalon). Ten sam cykl rozwoju mózgu widzimy u zwierząt, u których granice między poszczególnymi formacjami pozostają dość wyraźne, podczas gdy u człowieka zostają one zatarte przez bujny rozrost kresomózgowia, które swym masywem przykrywa pozostałe części mózgu. W obrębie rdzeniomózgowia kształtuje się z czasem rdzeń przedłużony, przechodzący na wysokości potylicznego otworu czaszki w rdzeń pacierzowy. Główną masę rdzenia przedłużonego tworzą piramidy stanowiące drogi nerwowe między korą mózgową a obwodem ciała.

W obrębie tyłomózgowia po jego wentralnej stronie znajdujemy most Varola, po stronie zaś dorsalnej — móżdżek z jego drogami nerwowymi, prowadzącymi do mózgu. Wszystkie wymienione tu elementy obejmują czwartą komorę mózgu, na której dnie znajduje się romboidalne zagłębienie; jest to element ważny dla dalszego wykładu, bowiem w jego rejonie znajdują się skupienia szarej substancji, tworzące ośrodki psychomotoryczne układu archeokinetycznego.

W śródmózgowiu poza czworaczymi ciałkami łączącymi się z boku i ku przodowi z innymi formacjami mózgu, nie znajdujemy istotnych dla naszych zainteresowań elementów morfologicznych.

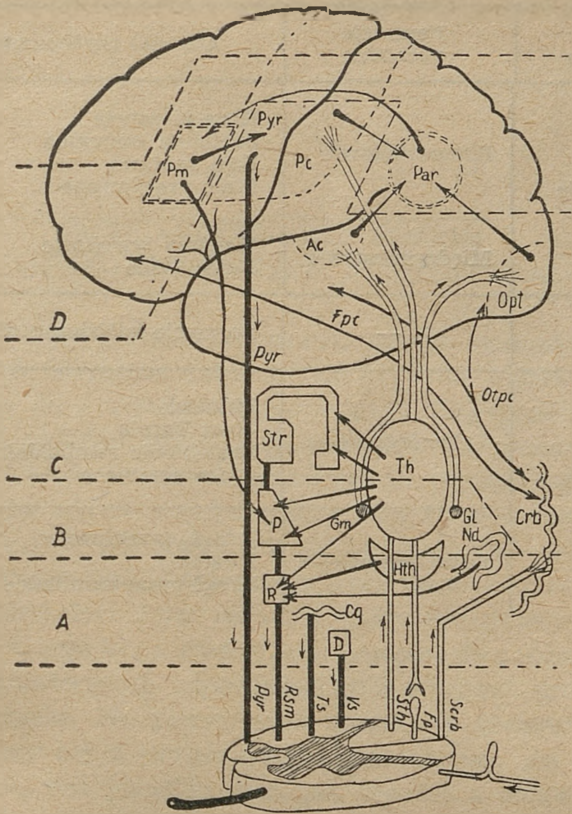


Rys. 6. Skośne przecięcie mózgu od góry i przodu ku tyłowi. 1. schemat dróg piramidalnych, 2. pallido-rubro-rdzeniowe drogi, 3. połączenie móżdżku z labiryntem. Skrzyżowanie dróg 2 i 3 nie są widoczne (tamże).

Międzymózgowie zawiera w sobie dużą formację szarej substancji, zwaną wzgórkami wzrokowymi, stanowiącą ważny człon machanizmów psychomotorycznych jako ośrodek uczuciowy, a oprócz tego znaczne skupisko szarej substancji, tworzące jądro blade, inaczej palidum, które wraz z bardziej na zewnątrz położonym jądrem, noszącym nazwę putamen, wchodzi w skład ośrodka, zwanego nucleus lentiformis.

Kresomózgowie, najważniejszy funkcjonalnie człon mózgu, jako siedlisko procesów psychomotorycznych w przebiegu embiogenezy rozwija się w półkule mózgowe, pokryte szarą substancją tworzącą korę mózgową. Pierwotna cewa nerwowa przekształca się tu w komorę boczną mózgu, na której dnie znajdujemy ważną, z punktu widzenia zjawisk psychomotorycznych, formację szarej substancji, zwaną ciałem prążkowanym (corpus striatum). Na powierzchni mózgu znajdujemy szereg płytszych i głębszych rowków i szczelin, z których szczelina centralna jako orientująca w położeniu rzutowych pól ruchu i w początku dróg piramidalnych, posiada dla nas najistotniejsze znaczenie.

Nie wdajemy się w szczegóły budowy mózgu, dotyczące rozmieszczenia podkorowych ośrodków szarej substancji nerwowej, składającej się z komórek nerwowych i z przebiegu połączeń między tymi ośrodkami oraz ich połączeń z korą mózgową i obwodem ciała, ponieważ nie jest to istotne dla zrozumienia wykładu, o który nam chodzi. Wypada tylko zaznaczyć, że drogi nerwowe, łączące mózg z obwodem, dzielą się na piramidalne, rozpoczynające się w obrębie pól rzutowych znajdujących się w sąsiedztwie szczeliny centralnej w okolicy zakrętu leżącego ku przodowi od niej, oraz pozapiramidalne, łączące podkorowe ośrodki bezpośrednio z obwodem, co będzie ważne dla zrozumienia istoty automatyzmów ruchowych.



Rys. 10. Schemat podstawowych ośrodków psychomotoryki i dróg nerwowych mózgu, ze wskazaniem ich rozmieszczenia, odpowiednio do poziomów koordynacji od A do D; w celu przejrzystości schematu przestrzenne stosunki zmieniono: R — jądro czerwone, D — jądro Dejtersa, C — ciałka czworacze, Hth — hypothalamus, Nd — jądro zębate, P — jądro blade, Gm — wewnętrzne i Gl — zewnętrzne ciałka kolankowate, Crb — kora móżdżku, Str — ciało prążkowane, Th — wzgórze wzrokowe, Pm — obszar premotoryczny, Pyr — obszar piramidalny, Pc — szczelina pozacentralna, Ac — obszar słuchowy, Opt — obszar wzrokowy, Par — część ciemieniowa, Pyr — droga piramidalna, Rsm — droga rubro-rdzeniowa, Ts — droga przykrywkowo-rdzeniowa, Vs — droga błędnika, Sth — droga rdzeniowo-thalamiczna, Scrb — droga rdzeniowo-móżdżkowa, Fp — droga czołowo-mostowo-móżdżkowa, Optc — droga potyliczno-skroniowo-mostowo-móżdżkowa.

Cały omówiony układ obrazuje niżej podana tabelka ilustrująca pochodzenie ośrodków psychomotorycznych.

<table>
<tr><th>Formacja embrionalna</th><th>Formacje pochodne</th><th>Ośrodki psychomotoryczne</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Przodomózgowie</td><td>Kresomózgowie</td><td>Kora mózgowa
Szczelina centralna
Pola rzutowe
Ciało prążkowane</td></tr>
<tr><td>Międzymózgowie</td><td>Wzgórza wzrokowe
Jądro blade</td></tr>
<tr><td>Śródmózgowie</td><td>—</td><td>Formacje nieistotne dla tematu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Zamózgowie</td><td>Tyłomózgowie</td><td>Móżdżek
Most Varola
Zagłębienie romboidalne
Jądro czerwone</td></tr>
<tr><td>Rdzeniomózgowie</td><td>Rdzeń przedłużony
Piramidy
Drogi pozapiramidalne</td></tr>
</table>

RUBRO-RDZENIOWY POZIOM PALEOKINETYCZNYCH REGULACJI A

Zrozumienie roli poziomu rubro-rdzeniowego w strukturze ruchu ułatwi dygresja dotycząca ewolucji, już nie tylko centralnego układu nerwowego, ale i układu mięśniowego. W filogenezie drogi ewolucji obu tych układów przebiegają równolegle, a zrozumienie tego stanu rzeczy posiada zasadnicze znaczenie dla poruszanego tu tematu. Ograniczając się do najniezbędniejszych tylko szczegółów tej dygresji musimy w wyobraźni odtworzyć rozpiętość drogi prowadzącej od prymitywnych postaci ruchowych zjawisk w świecie zwierzęcym do doskonałych form ruchu, z jakimi spotykamy się u kręgowców. Pozwoli nam to na stwierdzenie istnienia dwu różnych stylów motoryczności zwierzęcej, odpowiadających różnym epokom ewolucji motoryczności. Na pierwotnych szczeblach ruchowych systemów spotykamy się z umięśnieniem składającym się z włókien gładkich, tworzących jednolitą sieć, jak również z unerwieniem tej sieci włóknami pozbawionymi mielinowych otoczek, grających rolę izolacji. System ten nadaje ruchom filogenetycznych primitywów cechy powolności i rozlewności, co charakteryzuje u człowieka pracę umięśnienia dróg pokarmowych, zwieraczy u mięczaków itp. Gładka muskulatura, charakterystyczna dla systemu paleokinetycznego, może w pewnych warunkach rozwijać nawet znaczną energię, jak to widzimy w pracy zwieraczy skorup u małżów, ale energia ta ujawnia się z reguły wolno i w ograniczonych granicach mocy. W przeciwstawieniu do tego proces neokinetyczny zarówno w obrębie nerwowych jak i mięśniowych elementów prążkowanych odbywa się szybko, na wzór eksplozji trwającej u ciepłokrwistych zaledwie kilka millisekund; eksplozji tej towarzyszy zjawisko szczytowego potencjału na powierzchni włókna. Proces wyładowania zaznacza się na

elektrogromiogramie ostrym wzniesieniem krzywej przypominającym kolec lub gwóźdź, (spike-autorów angielskich). W zjawisku szczytowego potencjału nie chodzi o przesuwanie się wzdłuż włókna jakichkolwiek częsteczek materialnych, lecz o powstawanie w nerwowym i mięśniowym włóknie kolejnych stacjonarnych procesów, powodujących takie same procesy w dalszych sąsiednich odcinkach. Po każdym takim wyładowaniu bodźca, podczas którego włókno traci swą pobudliwość, następuje bezpośrednia faza obniżenia ujemnego potencjału i stopniowego powrotu włókna, do pierwotnego stanu jego pobudliwości, w końcu zaś owej fazy ujemny potencjał powierzchni włókna przechodzi w potencjał dodatni, włókno zaś uzyskuje dawne cechy w swej pobudliwości. Cały przebieg tego zjawiska, w którym moment energetycznej eksplozji (spike) zajmuje najmniej czasu, jest tak dalece stereotypowy, że nic nie jest w stanie wpłynąć na jego ilościowe czy jakościowe cechy; dało to asumpt do sformułowania prawa „wszystko lub nic".

Powyższa dygresja jest konieczna ze względu na to, że zarówno paleokinetycznych jak i neokinetycznych procesów, z jakimi spotykamy się w obrębie ludzkiej psychomotoryki nie należy traktować jako procesów, na które mogą mieć wpływ czynniki pozaustrojowe, regulowane przez układ nerwowy na poziomie podkorowych ośrodków mózgu. W świetle współczesnych danych wiedzy fizjologicznej zarówno neokinetyczny wybuchowy system powstawania i przebiegu impulsów ruchowych, jak i paleokinetyczny system „powolnych potencjałów" amerykańskich autorów, odnosi się do zjawisk regulowanych przez centralny układ nerwowy w ten sposób, że ośrodki regulacji neokinetycznej ani dodają, ani ujmują cokolwiek ze stylu procesów pobudzania w obrębie dróg łączących motoryczny obwód właściwymi dlań ośrodkami powstałymi w przebiegu filogenezy, stwarzają natomiast dla nich warunki precyzowania poszczególnych faz złożonego i celowego ruchu. Myśl tę wyjaśnia przykład skrzypka, którego nacisk palców na struny nie wywołuje sam przez się dźwięku, ale decyduje o tym, jaki będzie ten dźwięk, gdy smyczek przesunie się po naciśniętej strunie.

Poziom paleokinetycznych regulacji ruchu, którego podłoże anatomiczne stanowi przedłużony rdzeń i romboidalne zagłębienie na dnie czwartej komory, jest nie tylko najniższym, ale i najstarszym filogenetycznie obszarem centralnego układu nerwowego.

Następująca po nim grupa elementów nerwowych, wchodzących w skład czerwonego jądra, sformowała się ostatecznie dopiero u ssaków i od tego czasu przeemigrowały do niej niektóre czynności, wypełniane dotychczas u niższych kręgowców przez formacje rdzenia pacierzowego. Rdzeń pacierzowy u człowieka uległ tak dalece idącej inwolucji czynnościowej, że z wyjątkiem nielicznych prostych odruchów nie występuje on na widownię jako samodzielny poziom regulacji ruchu; znaczenia jego jednakże nie da się sprowadzać jedynie do pracy stacji rozdzielczej dla impulsów idących z wyższych poziomów, bowiem czynna rola tego poziomu w strukturze ruchu jest u człowieka jeszcze bardzo znaczna, ale tylko w zespole czynników, nie zaś w jego samodzielnych czynnościach. Aferentacja, czyli sensoryczna informacja tego poziomu opiera się na elementach proprioceptywnych bodźców i na dotykowej wrażliwości (tango receptoryka); sensoryczne syntezy są tu mało skomplikowane, ale wystarczające do informowania zwierzęcia o położeniu i skierowaniu jego ciała, co jest bodaj najistotniejszym momentem dla koordynowania napięcia (siły skurczu) i wydłużania poszczególnych mięśni.

Jeżeli złożony ruchowy akt, realizowany przez centralny układ nerwowy, posiada złożoną strukturę, uwarunkowaną stanami aktywności kilku naraz filogenetycznych poziomów, wówczas na jednym niepodzielnym tle przebiega szereg fizjologicznie niezgodnych ze sobą a jednak układających się w harmonijną całość procesów. Przykładem tego pozostaje omawiany poziom regulacji ruchu, w którym powstają procesy pobudzania i hamowania decydujące o stanach aktywności obwodu ruchowego.

Poziom rubro-rdzeniowy jest przede wszystkim poziomem tzw. odruchów rdzeniowych, których integracja odbywa się na wieloodcinkowym tle matamerów rdzeniowych (poziomów odpowiadających terytorialnie kręgom, a funkcjonalnie stanowiących swoistą całość odpowiadającą postaci odruchowego łuku ze względu na wzajemny układ czuciowych i ruchowych elementów nerwowych oraz ich nerwowych połączeń z obwodem). Najbardziej charakterystyczną cechę tego rodzaju odruchów stanowi wzajemność procesów innerwacji i denerwacji antagonistów, polegająca na tym, że w momencie powstawania impulsów powodujących skurcz mięśni rodzą się równocześnie impulsy dla ich antagonistów, powodujące spadek

napięcia w tych ostatnich, ale spadek współmierny do wysiłku skurczowego kontrpartnera. Taki mechanizm współzależności procesów inerwacyjnych i denerwacyjnych zabezpiecza płynność ruchu, panowania ustroju nad nadmiarem swobody ruchu i stopień pogotowia układu mięśniowego do szybkiej zmiany kierunku poruszającego się człona ruchowego łańcucha.

Istnieje fizjologicznie nieuzasadnione, ale dość jeszcze rozpowszechnione mniemanie, że każdy ruchowy akt stanowi mozaikę, czy też syntezę odruchów. Współczesna fizjologia układu nerwowego odżegnuje się kategorycznie od takiej interpretacji ruchu, bowiem do tego, by ze złożonego ruchowego aktu dojść do prostego odruchu, nie trzeba rozkładać tego aktu na osobne cząstki, wystarczy natomiast, jeśli chodzi o człowieka, ułożyć wszystkie dostępne mu ruchy w szereg, według ich komplikowania się. W takim szeregu na samym końcu jego znajdują się tedy odruchy, z których nie można złożyć ruchu złożonego do tego bowiem potrzebne są nowe korekcje sensoryczne, których w poziomie prostych odruchów nie znajdujemy. Rola wyższych ośrodków regulacji ruchu nie polega tedy na składaniu elementów ruchowych w całość na wzór budowy gmachu z cegieł, nie polega też na przekształcaniu stylu i treści sensorycznej korekcji na niższych poziomach, lecz na współmiernych z treścią ruchowego zadania szeregowaniu elementów ruchowych, właściwych pod względem swej struktury dla niższych poziomów neurologicznych.

Następną grupę procesów odbywających się na poziomie rubro-rdzeniowym stanowi to, co w fizjologii nosi miano subordynacji chronaksji, a co polega na centralnej regulacji wskaźników pobudzenia poszczególnych elementów (ruchowych elementów łuku odruchowego). Trzecią z kolei grupę czynności omawianego poziomu stanowi utrzymywanie stałego napięcia w układzie mięśniowym. Napięcie jest to „bieżący stan pogotowia obwodu nerwowo-mięśniowego do przyjęcia impulsów związanych z ruchowym aktem", a jego istoty dopatrywać się można w fizjologicznym stanie mięśni i w stanie ich wydłużenia lub deformacji. Oba te składniki nie są stałe i mogą ulegać na przestrzeni kilku millisekund wahaniom, które chwyta omawiany poziom za pośrednictwem swojej aferentacji (swego systemu wyczuwania na obwodzie), wprowadzając tym samym do ruchowego aktu niezbędne korektywy.

Dominująca rola omawianego poziomu regulacji ruchu objawia się, zdaniem neurofizjologów, w drżeniu od chłodu, w tak zwanym dzwonieniu zębami ze strachu, to jest w ruchowych aktach bez udziału woli, tam zaś, gdzie chodzi o udział woli, w szybkich rytmicznych wibracyjnych ruchach (na przykład: palców pianisty lub skrzypka podczas wygrywania treli), w rytmicznych ruchach chłodzenia się wachlarzem itp., w zastosowaniu zaś do ćwiczeń ruchowych w wyprostnych pozycjach podczas skoków w dal i na wysokość, skoków narciarskich, do wody itp. Jako materialne tło regulacji ruchów, pochodzących z wyższych poziomów, system rubro-rdzeniowy jest tak ważnym członem wykonawczym, że bez jego udziału nie może powstać żaden akt ruchowy.

Przechodząc do momentów dynamiki i statyki rola omawianego poziomu objawia się w ruchach chwytów, pracy rąk kowala przy rytmicznych uderzeniach młota, ruchach ptasich skrzydeł przy locie, ruchach rąk i nóg przy lokomocji itp.

Z dziedziny patologii poziomu rubro-rdzeniowego zacytować można kompleks amiostatyczny (niemożność utrzymywania pozycji ciała), paraliż Parkinsona polegający na stałych rytmicznych ruchach kończyn, stany hipertonii i katalepsji, w których ciało nabiera cech woskowych figurek dających się zginać dowolnie, wszelkie postacie lokalnej i ogólnej hyperdynamii, z którymi spotykamy się w objawach drżączek towarzyszących stanom spokoju itp. Hipofunkcja tego poziomu daje również drżenia, ale występują one dopiero przy zamierzeniach ruchowych (co jest bardzo charakterystyczne dla motoryczności starczej, kiedy zestroje ruchowe wyrobione w postaci ruchowych nawyków zaczynają w związku z zanikowymi procesami mózgu ulegać dysocjacji).

POZIOM SYNERGII I STANDARDÓW RUCHOWYCH

Następny z kolei na drodze filogenezy motoryczności jest poziom struktury ruchu, którego anatomiczne podłoże tworzą u wyższych ssaków i u człowieka dwie pary dużych podkorowych ośrodków szarej substancji nerwowej, a mianowicie: wzgórza wzrokowe jako ośrodki czuciowe i jądra blade jako skupiska motoneuronów. We wzgórzach wzrokowych zbiegają się drugie z kolei, licząc od obwodu, neurony prioceptoryki i eksteroceptoryki.

Wzgórza wzrokowe stanowią najstarszy, w swoim czasie najwyższy również, ośrodek całej sfery wyczuwania, który określić można jako „centralny przekształcony zakład wrażeń czuciowych". Formuła powyższa została prawdopodobnie nieściśle przetłumaczona. Należy przypuszczać, że właściwy jej przekład brzmi nieco inaczej, a mianowicie: „centralny zakład przekształcania wrażeń czuciowych". Nie byłoby to dalekie od prawdy, uwzględniając sensoryczne syntezy, które dopływają stąd do wyższych poziomów.

Pomiędzy wzgórzami wzrokowymi a ciałem bladym istnieją obfite połączenia dwukierunkowe. Pallidum jako efektor współdziałający ze wzgórzami wzrokowymi panuje nad niżej położonymi ośrodkami ruchowymi, samo zaś podlega regulacjom płynącym od efektora wyższego poziomu, jakim jest ciało prążkowane, wchodzące w skład systemu piramidalnego.

Omawiany poziom zaliczamy do pierwszego w filogenezie ośrodka centralizacji somatycznej motoryczności. Jakkolwiek poziom synergii wiele stracił ze swej niegdyś dominującej roli, to jednak kieruje on olbrzymią ilością zjawisk ruchowych i stanowi przełomowy punkt w filogenezie motoryczności.

Jeżeli poziom A (poprzedni) w największym stopniu jest poziomem motoryki tułowia i jego odcinków, to poziom B (synergii)

jest poziomem ciała — maszyny lokomocyjnej wyposażonej w cztery kończyny.

Charakterystyczna jest aferentacja (system czuciowej informacji) poziomu synergii, inaczej poziomu talamo-pallidalnego. Składają się na nią przede wszystkim podobnie jak w poziomie rubro-rdzeniowym czucia proprioceptywne, ale w innym stylu, niż to miało miejsce w poprzednim poziomie. Sądząc z charakterystycznych dla poziomu synergii ruchów, czuciowe elementy składają się na wrażenia deformacji stawowych i na geometryczne zmiany w układzie ciała oraz szybkość, z jaką powstają te zmiany. Do tych proprioceptywnych wrażeń dołącza się jeszcze duża grupa wrażeń ekstroceptywnej natury, dotyczących ucisku, głębokich doznawań, dotyku, ukłucia, tarcia, bólu, wibracji i temperatury z dokładnym ich umiejscowieniem. Wszystkie wyszczególnione wyżej recepcje dopływają do poziomu synergii już po znacznej ich przeróbce w niższym, rubro-rdzeniowym poziomie, a więc częściowo w postaci sensorycznych syntez, które tu ulegają dalszej, bardzo skomplikowanej i bardziej doskonałej przeróbce. Aferentacja poziomu synergii jest wysoce charakterystyczna z tego powodu, że obejmuje całe ciało człowieka i stanowi jego proprioceptorykę w całości, bowiem tu właśnie wszystkie elementy czucia składają się na pełną i dokładną informację o ruchowym aparacie ustroju. Ta cecha aferentacji poziomu synergii kładzie swe piętno na ruchach konstruowanych na tym poziomie; są to ruchy całego ciała, ściśle z jego istotą powiązane i nie pozostające w żadnym stosunku do tego, co znajduje się na zewnątrz ciała. Ruchy pochodzące z tego poziomu „stanowią cel sam w sobie i są korygowane zasadniczo po liniach wewnętrznej harmonii i organizacyjnych cech ustroju", przeto najbardziej dosadnym ich określeniem byłoby miano „reakcji i czynności propriomotorycznych". Dotychczas charakter ruchów z poziomu synergii był określany pojęciami: ruchowych formuł, synergii, wzorców, modeli, sztampów, niższych automatyzmów itp.

Układ talamo-pallidalny, dawno już i dokładnie zbadany, pełni trzy koordynacyjne funkcje, wyróżniające go spośród kinetycznych systemów ludzkiego ustroju.

Do pierwszej należy zaliczyć zdolność tego poziomu kierowania zorganizowanymi ruchami całego ciała, polegającą na wciąganiu do pracy licznych grup mięśniowych i uzgadnianiu pracy poszczegól-

nych ruchowych elementów. „Ogniskowe porażenia wzgórzy wzrokowych i jądra bladego pociągają za sobą dyssynergie, wypadanie swoistych ruchów zespołowych i zamianę ich ruchami zastępczymi, skrępowanymi, wymuszonymi, niezgrabnymi ruchami, które możemy obserwować u chorych na paraliż parkinsonowski". Tego rodzaju dyskoordynację przypisywano dotąd naruszeniom czynności jądra bladego (pallidum), jednak ważąc udział czuciowych doznawań w każdym wykonaniu ruchu należy sprawę odwrócić o 180 stopni i stwierdzić, że istotnej przyczyny należy w tych wypadkach doszukiwać się w zaburzeniach nie w obrębie efektora, lecz receptora tego poziomu.

Powołując się na poprzednie uwagi dotyczące nadmiaru swobody ruchu i pragnąc zarazem sprecyzować zadania centralnego ustroju nerwowego związane z tym stanem rzeczy w obrębie biomechaniki, możemy powiedzieć, że: „Olbrzymie komplikacje, jakie wnoszą do ruchu reaktywne siły, pozwalają wypowiedzieć ogólny sąd, iż trudno jest kierować trzydziestoma na raz mięśniami, ale znacznie trudniej jest kierować na raz trzema ogniwami łańcucha ruchowego", w którym ilość swobody ruchu narasta gwałtownie w miarę zwiększania się ogniw tego łańcucha. Tym trudnym zadaniom sprostać musi omawiany poziom.



Rys. 8. Migawkowe zdjęcie postawy przy jeździe figurowej, jako przykład obszernych synergii.

Drugą cechą poziomu synergii jest jego zdolność kierowania ruchem w czasie, co zabezpiecza sprawność ruchów kończyn oraz ich rytmiczność, w której grają rolę millisekundy, podobnie jak w ruchach wahadłowych, konstruowanych również na poziomie synergii. W zakresie rytmiczności ruchu kierownictwo talamo-pallidalnego poziomu wyróżnia się wielce skomplikowaną, a zarazem doskonałą techniką, nie spotykaną na innym poziomie.

Zjawiska rytmu i cykliczności znajdujemy również na innych poziomach struktury ruchu, ale styl i barwa tych zjawisk pozostają zawsze swoiste dla danego poziomu, ten styl i barwa swoiste dla poziomu synergii zostały już podane wyżej. (Rys. 8).

Trzecią właściwością poziomu synergii jest jego skłonność do tworzenia utrwalonych zestrojów mięśniowych, których cechą jest trwałość i tożsamość w wypadkach powtarzania się. Niezależnie od tego czy ruchy takie będą jednorazowe, czy też cykliczno-rytmiczne, są one podobne do siebie jak dwie jednakowe monety. I tu, jak w wyżej podanym wypadku, neurolodzy starali się wiązać te cechy talamo-pallidalnego systemu z jądrem bladym, tj. z efektorem tego układu, ale w rzeczywistości jest inaczej; wynika to chociażby z tego, że w cyklicznych i rytmicznych ruchach siły zewnętrzne i reaktywne nie powtarzają się w tym samym porządku i w każdym poszczególnym wypadku mogą stwarzać coraz nowe sytuacje, które musi łowić nie efektor, lecz receptor, w danym zaś wypadku wzgórze wzrokowe. Stereotypom ruchowym nie zawsze tedy muszą odpowiadać stereotypy sensoryczne, a jednak nie wpływa to na efekt nawyku ruchowego; podkreśla to całą głębię stosunków w obrębie aferentacji poziomu synergii.

Poziom synergij, jak i każdy inny z niższych poziomów podległych na obecnym stopniu filogenezy człowieka ośrodkom korowym, w pewnym okresie filogenezy stanowił najwyższą kierowniczą instancję struktury ruchu. Z jego dawnej samodzielności pozostało niewiele momentów, w których odgrywa on przewodniczą rolę. Do tych momentów należy zaliczyć: mimikę, żywe obrazy, plastyczne pozycje ciała i ruchy choreograficzne „plastycznego typu". W całości swej akt tańca konstruuje się na wyższych od omawianego poziomach, bowiem poziom synergii nie ma możności wykorzystywania ani słuchowych, ani wzrokowych doznawań.

Pod kierownictwem poziomu synergii przebiegają ruchy gimnastyczne, jak: skłony, przegięcia, wyprosty i ruchy plastyczno-mimiczne, tu również należy zaliczyć na wpół świadome czynności: ruchy przeciągania się, prostowania członków, uścisków i inne monotonne i machinalne ruchy. Wszystkie pochodzące stąd ruchy wyróżniają się płynnością, harmonią i gracją. Odsetek samodzielnych ruchów z poziomu synergii jest większy we wczesnym dzieciństwie,

bowiem do nich należy zaliczyć chód dziecka, rytmiczne ruchy kończyn noworodka przy leżeniu itp.

Dla wyjaśnienia powodów tak szczupłych zasobów swoistych dla omawianego poziomu ruchowych zestrojów należy wziąć pod uwagę to, że jakkolwiek poziom synergii władając całym ciałem mógłby teoretycznie skonstruować każdy dowolnie obrany ruch, a równocześnie skutecznie zwalczać sprzeciwy sił reaktywnych, to jednak braki w jego aferentacji ograniczają w wielu wypadkach jego przodowniczą rolę w strukturze ruchu.

W przeciwieństwie do ogólnokierowniczej roli w motoryczności omawiany poziom ma inne znaczenie jako tło struktury ruchu. Oderwany od ośrodka widzenia i słuchu, słabo związany z westybularnym aparatem i z móżdżkiem, nie potrafi poziom synergii kierować wielu samodzielnymi ruchami, „nie nadaje się on ani na szturmana, ani na pilota ruchu, lecz tylko na mechanika na statku". I dlatego los jego sprowadza się do codziennej mechanicznej pracy i do podporządkowywania się wyższym poziomom, które pomogą mu w przystosowywaniu się. Jego zadaniem jest tworzenie synergii, ale nie związanych z konkretną sytuacją. Chód np. musi zawsze odbywać się w określonym kierunku, po ściśle określonej powierzchni, poprzez takie czy inne przeszkody, jak: schody, nierówności, zakręty itp., ale poziomowi synergii brak potrzebnej do tego aferentacji. Dosadnym przykładem roli synergii konstruowanych na talamo-pallidalnym poziomie może być pismo, w którym występują dwa poziomy struktury ruchu: poziom piramidalny i poziom synergii. Pierwszy z nich kieruje całością czynności, drugi zaś tylko wahaniami przedramienia, nadgarstków i palców, nadając im właściwy rytm. Jeszcze wyższe poziomy ruchu wywrą swój wpływ na czynności wykonywane przez dwa wymienione poziomy kształtujące monotonne ruchy kończyny górnej. Wpływ ten dotyczy pojęciowych cech ruchu i wtedy dopiero pismo nabierze właściwej swej treściowej wartości jako symbolu wewnętrznych przeżywań. Przykład ten lepiej niż każdy inny pozwala zrozumieć mechanizmy psychomotoryczne.

Bardzo poważna rola przypada poziomowi synergii w kształtowaniu się nawyków ruchowych. Automatyzacja jest możliwa w najróżnorodniejszych poziomach i sprowadza się do przekazywa-

nia szeregu technicznych czynności do niższych poziomów nie łączących się ze stanami świadomości i to niezależnie od tego, jaki dystans dzieli poziom przodujący od wykonawczego. Jeśli chodzi o poziom synergii należy to rozumieć w ten sposób, że albo na poziomie synergii kształcą się automatyzmy według wskazówek wyższych poziomów, albo zostają w nim wykorzystywane już dawniej tam tkwiące postacie ruchowych stereotypów. (Rys. 9).



Rys. 9. Migawkowe zdjęcie ręki przy atetozie (tamże).

W patologicznych wypadkach zaburzenia na tle schorzeń układu talamo-pallidalnego będą wyglądały różnie w zależności od tego, czy chodzić będzie o hipofunkcję czy hiperfunkcję tego obszaru mózgowia. Wypadanie poziomu synergii daje symptomokompleks znikania ruchów właściwych dla tego poziomu jak i braku kontroli nad poziomem rubro-rdzeniowym, który będąc pozbawiony hamulców wpada w stan hiperfunkcji. Wśród tego rodzaju perseweracji należy wymienić chorobę parkinsonowską, drgawki itp. Hiperfunkcja tego poziomu szeroko otwiera drzwi filogenetycznego zwierzyńca, głęboko skrytego w normie. Skutki tego przedstawiają się w sposób następujący: „wtedy to z głębi motoryczności wypełzają powtórne, groteskowe, bezkształtne manekiny bez figur i przednich planów, bez sensu i bez współzależności; wszelkiego rodzaju spazmy tułowia, ułamki archaicznych ruchów, atetozy, drgawki, podświadome ryki i pokrzykiwania, chimery i szał efektoryki“.

PIRAMIDALNO-STRIATYCZNY POZIOM PÓL RZUTOWYCH

Poziom ten stanowi mózgową formację, której rozwój odbywał się powoli i etapami. Ślady tych etapów widzimy w dwu nawarstwieniach, pozostających ze sobą w pewnym stosunku, nie dość jeszcze naświetlonym. Pogląd ten na przebieg filogenezy układu piramidalnego potwierdza to, że anatomiczne konstrukcje zabezpieczające jego czynność posiadają bardzo różny wiek. „Wzajemny stosunek obu warstw jest tego rodzaju, że trudno tu mówić o dwu różnych formacjach, bowiem funkcjonalne ich cechy zdradzają daleko posunięte pokrewieństwo; okoliczność ta skłania do oznaczania całości omawianego poziomu literą C, każdej zaś z poszczególnych jej warstw literami C_1 i C_2. Poziom ten zwraca uwagę psychologa przez napotykane w nim sensoryczne syntezy (sensoryczne pola), fizjologa zaś i neurologa z powodu swoistego charakteru koordynacji, nacechowanej zmiennością i plastycznością.

Skomplikowana struktura pól rzutowych znajduje swój wyraz w tym, że jego efektory przebiegają dwiema drogami: piramidalnymi i pozapiramidalnymi, co nie oznacza jednak zatarcia granic między rzutowymi polami kory mózgowej a ciałem prążkowanym, wchodzącym w skład omawianego poziomu, bowiem te dwie formacje dzieli charakter struktury ich pól sensorycznych, o czym będzie mowa niżej, jak również zestawy kierowanych przez nie ruchów, a także ich filogenetyczne pochodzenie. Omawiany poziom C różni się od poprzedniego (talamo-pallidalnego) zarówno charakterem swej aferentacji jak i stroną treściową właściwych dla nich ruchów. Kierowniczą rolę w obrębie systemu sensorycznej korekcji pełnią tu rzutowe pola czucia, które można określić jako „syntetyczne pola rzutowe". W myśl wyłożonej uprzednio zasady, że każdy z poziomów struktury ruchów otrzymuje z dołu nie pierwociny

czuciowych sygnałów, lecz gotowe już ich syntezy, sam zaś przerabia je dla wyższych poziomów według własnego pomysłu, informacja czuciowa pola rzutowego jest bardziej syntetyczna niż poziomu synergii, ponieważ dochodzą tu wrażenia wzrokowe, słuchowe i westybularne, a także dotykowo-proprioceptywne, z którymi spotykaliśmy się na poziomie synergii. Cały ten na pół różnorodny materiał „zrasta się ze śladami przechowywanymi przez pamięć; ze wskazanej wyżej całości, indywidualnie, w ciągu życia powstaje niepoddająca się rozczłonkowaniu synteza rzutowego pola-formacji, dobrze znanej psychologom w procesach uporządkowanego wyczuwania, ale mniej znanej neurofizjologom w roli przodowniczej koordynacji ruchu".

Charakterystyczny dla omawianego poziomu jest sposób ujmowania przestrzeni. W poziomie synergii przestrzeń istniała o tyle, o ile tyczyła się pozycji samego tylko ciała, o czym informowały go elementy proprioceptoryki bez udziału wrażeń wzrokowych. W omawianym zaś poziomie zbiegają się wszystkie drogi wyczuwania cech otoczenia, dzięki czemu dysponuje on wysoce bogatym materiałem. Dlatego na poziomie piramidalno-striatycznym staje się możliwa sensoryczna substytucja, pozwalająca np. ludziom ociemniałym od urodzenia wyrobić sobie bez udziału wzroku pola czuciowe, o tyle przypominające rzutowe pola u widzących, że tam, gdzie chodzi o geometryczne wyobrażenia lub o stosunki przestrzenne w dziedzinie motoryki, nie zdradzają oni różnic w ocenie przestrzeni w porównaniu z widzącymi. O ile na poziomie synergii przestrzeń była oceniana z subiektywnego punktu widzenia, o tyle na poziomie pól rzutowych wyczuwana jest ona jako przedmiot, oceniana zaś nie tyle za pośrednictwem narządu wzroku ile za pośrednictwem dotyku oraz wrażeń związanych z lokomocją. Myśl tę ilustruje przykład ociemniałej od urodzenia Heleny Keller, która opanowała geometrię, rozumiała i lubiła rzeźbę, a w literackich swych pracach wyrażała się o przestrzeni jak ludzie widzący. Rzutowe pola czucia pozwalają nam zdawać sobie sprawę, że to my właśnie poruszamy się w przestrzeni, wspinamy się na obiektywnie istniejącą pochyłość, jakkolwiek nasze receptory informują nas wprost o przeciwnym stosunku. Dzięki omawianemu poziomowi „już od wczesnego dzieciństwa potrafimy zwalczać w sobie egocentryczny, ptolomeuszowski system oceny wszechświata i zamienić go ko-

pernikowskim. Rzutowe pole receptoryki ma cechy ciągłości i nie zawiera w sobie elementów cykliczności oraz rytmu, z którymi tak często spotykamy się w koordynacjach naszego ciała. Wymierność i forma cechują percepcję w rzutowych polach czucia na poziomie C i dlatego poziom ten stanowi psychomotoryczne tło cech dokładności i celności. Rzutowe pole receptoryki jest wypełnione przedmiotami posiadającymi wymiary, formę, masę oraz siłami oddziaływań wzajemnych tych przedmiotów na siebie.

Dzięki wymienionym właściwościom informacji czuciowej pól rzutowych kształtowane na nim ruchy są nad wyraz różnorodne i liczne. W ontogenezie motoryczności poziom pól rzutowych stanowi szczytowy punkt u: a) płazów, b) ptaków, c) niższych ssaków, a także u człowieka we wczesnym dzieciństwie. Ruchy konstruowane na poziomie pól rzutowych są celowe; prowadzą one skądś i dokądś. Ruchy te są skierowane na świat zewnętrzny. Łączą się z nimi pojęcia: ciągnę, naciskam, niosę, biorę, rwę, przerzucam, uderzam, z czego wynika, że pole rzutowe nie ma nic wspólnego ze stereotypami ruchowymi, właściwymi dla poziomu synergii (talamo-pallidalnego), a czuciowe korekcje tego poziomu różnią się w stylu od korekcji poziomu synergii głównie tym, że podczas gdy na poziomie synergii dotyczą one własnego ciała, w poziomie rzutowych pól obejmują one świat zewnętrzny. Różnice obu tych poziomów wyjaśnia autor na przykładzie skrzypka, którego motoryczność palców opiera się na poziomie synergii: „nigdy nie zdecyduje się on na zmianę pozycji prawej ręki w stosunku do tułowia oraz instrumentu, podczas gdy pianista, którego celność palców przy pasażach jest uwarunkowana interwencją pól rzutowych, nigdy nie chybia potrzebnego klawisza, niezależnie od pozycji swego ciała".

Przechodząc do szczegółowej analizy dwu wyżej wspomnianych warstw poziomu pól rzutowych (piramidalno-striatycznego), autor dochodzi do wniosku, że tam, gdzie chodzi o celność, właściwy jest poziom C_2. Tam zaś, gdzie chodzi o dokładność jako wyraz przystosowania się do przestrzennych warunków, właściwym pozostaje poziom C_1.

Na poziomie pól rzutowych dostępne jest pokonywanie trudności ruchowych, związanych ze zmiennością warunków, w jakich ruch może być wykonywany. Przebywając pewną przestrzeń potrafimy przystosować się do jej powierzchni, możemy ją przebyć: idąc, bie-

gnąc, podskakując, przeskakując przeszkody itp., a w każdym z tych różnorakich rozwiązań ruchowego zadania, polegającego na przebyciu przestrzeni, bierze czynny udział poziom pól rzutowych (w sensie techniki, nie zaś samej idei tego ruchu).

Na przykładzie skrzypka można wyjaśnić zasadę substytucji sensorycznych w obrębie poziomu pól rzutowych: dobry skrzypek potrafi grać również na altówce, jakkolwiek zachodzą tu duże różnice w rozstawieniu palców i w kierunkach ich ruchów. Plastyczność ustroju nerwowego właściwa poziomowi pola rzutowego jaskrawo występuje w wypadkach, gdy mamy możność obserwować ruchy osób posługujących się protezami, zastępującymi kończyny. Dość przejrzeć odpowiednią literaturę, by przekonać się, że odnotowane przez eksperymentatorów szybkie przebudowy ruchów odnoszą się do poziomu pola rzutowego: gdyby chodziło o ruchy kierowane przez poziom synergii, spotkałoby ich „rozczarowanie". Działanie pola rzutowego uwidocznia się w sposobie posługiwania się inwalidów protezami przy jedzeniu, rysunku, piśmie, jak również przykłady zastępowania rąk nogami, a nawet ustami i wypadek utraty obydwu rąk i jednej nogi przez młodą kobietę, która nauczyła się pisać ustami, ocalałą nogą i protezą ręki. Ciekawe a zarazem charakterystyczne dla pola rzutowego jest to, że osoby piszące zastępczymi członkami ciała potrafią zachować podobieństwo charakteru pisma. W doświadczeniach autora nad ludźmi, którym przymocowano ołówek do prawego nadgarstka, prawego łokcia, prawego ramienia lub do końca prawej i lewej stopy, względnie polecono ujmować ołówek zębami lub palcami lewej ręki, pisanie udawało się, chociaż z dużym trudem.

Wymienione wyżej przykłady substytucji ruchowych łączą się z górnym poziomem pola rzutowego, przy czym podpoziom ten w porównaniu z niższymi jest w znacznej mierze pozbawiony sztywności. Dzięki tym jego właściwościom mamy możność rysowania czworoboków, trójkątów, kół, liter itp. zarówno na poziomej jak i na pionowej płaszczyźnie i to ołówkiem, piórem, pędzlem lub palcem bezpośrednio, przy czym nie sprawia nam trudności rysowanie konturów dużych i małych. O ile dolny podpoziom jest zdolny do korelacji postawy ciała i stosunków kątowych w obrębie stawów z zachowaniem podobieństwa przestrzennego, o tyle górny podpoziom (C_2) gwarantuje geometryczne podobieństwo śladów ruchu

naszych członków. Pozwala to artyście odtwarzać podobieństwa natury lub wzoru na własnym rysunku w dowolnej skali.

„Jeżeli czuciowe korekcje omawianego poziomu są tak zorganizowane, że dopuszczają możliwość szeregu równoznacznych dróg prowadzących do tego samego celu, to ta sama zdolność do zamiany kierunków impulsów ruchowych i do wytyczania ścieżek do tych celów pozwala na tworzenie nowych kombinacji ruchowych. W tych ostatnich wypadkach gibkość i przystosowanie układu ruchowego ujawniają się stopniowo w miarę licznych przybudówek ruchu, dokonywanych na podstawie zdobywanych doświadczeń".

Jak wynika z obserwacji lekarskich i przytoczonych przykładów, efektoryczny człon omawianego poziomu posiada dwa poziomy: 1. ciałko prążkowane, składające się z daleko od siebie położonych jąder (nucleus caudatus i putamen), 2. rzutowe pola kory mózgowej, od których biorą początek drogi nerwowe piramid. Obie te formacje różnią się wzajemnie wiekiem filogenetycznym, co pozwala przypuszczać, że pod względem czynnościowym podpoziom dolny (C_1) w filogenezie ukształtował się wcześniej od górnego (C_2).

Pomimo niedostatecznej wiedzy o aferentacji ciała prążkowanego (corpus striatum), nie ulega wątpliwości, że różni się ono od piramidalnego efektorycznego systemu jakością oraz ilością dopływających korekcji sensorycznych. Kliniczne dane, dotyczące różnic między układem piramidalnym a systemem ciała prążkowanego jako najwyższego członu układu pozapiramidalnego nie są dość przekonywające, ponieważ klinicyści formułują swoje wnioski na spostrzeżeniach wypadania funkcji, nie zaś jak fizjologowie na zasadzie aktywnych stanów poszczególnych formacji morfologicznych. Tak więc Graham Brown przypisuje ciału prążkowanemu ruchy lokomocyjne, Vogt — „wysoce skoordynowane ruchowe impulsy związane z mową i ruchami tułowia oraz kończyn". Jaccob uważa striatum za ośrodek ruchów mimicznych i obronnych, jak również pozycji ciała (chód, stanie, siedzenie), to jest ruchowych aktów odnoszących się do pól rzutowych. Inni widzą dwie charakterystyczne różnice między systemem pól rzutowych a systemem ciała prążkowanego. 1. układ piramidalny jest ściślej powiązany z wzrokowymi wrażeniami, striatum zaś — z propriocewnymi, z czego wynika, że cechy celności ruchu wiążą się przede wszystkim z ukła-

dem piramidalnym. 2. Przy porażeniach układu piramidalnego zaburzeniom ulegają przeważnie ruchy dowolne, podczas gdy schorzenia striatum wiążą się z zanikami ruchów podświadomych.

Trudno wyliczyć samodzielne ruchy skonstruowane na poziomie pól rzutowych z uwagi na ich ilość i różnorodność. Należy do nich włączyć:

1. Ruchy lokomocyjne, jak chód, bieg, pełzanie, wspinanie, pływanie, chodzenie po linie i na rękach, a także ruchy na przyrządach służących celom lokomocji, jak łyżwiarstwo, narciarstwo, kolarstwo, wioślarstwo itp. Szereg ten należy do ruchów cyklicznych, do ruchów pochodzenia systemu piramidalnego. Należy zaliczyć do niego skok z rozbiegu jak i z miejsca, skoki w dal, wzwyż i zeskoki, skoki do celu, jak wskok do okna lub przez obręcz, wskok na konia i skoki akrobatyczne. Do tego szeregu zaliczyć wypada chód z ciągnięciem i popychaniem. Wszystkie te ruchy są związane z poruszaniem się ciała w przestrzeni.

2. Nielokomocyjne ruchy całego ciała w przestrzeni, jak salto, akrobacja, ćwiczenia na przyrządach itp.

3. Manipulacje w przestrzeni, jak ruchy rąk maszynistki lub muzyków, ruchy wskazywania, obwodu konturów itp.

4. Przemieszczanie przedmiotów i związane z nimi: chwytanie, ujmowanie, łapanie ruchomego przedmiotu, przesuwanie, przekładanie, przenoszenie, wsuwanie, wciskanie, nawijanie, podejmowanie ciężarów, naciąganie cięciwy łuku lub struny itp.

5. Przechodnią postać odznaczającą się interwencją dolnego podpoziomu, ruchy balistyczne, a więc: siłowe uderzenia, rzuty, pchanie kuli, rzut granatem, dyskiem i młotem. Wzrokowa kontrola ruchów tej grupy nie jest konieczna, bowiem mogą ją wykonywać nawet niewidomi. Inna podgrupa ruchów balistycznych, w których kontrola wzroku jest konieczna, a więc ruchy pochodzenia z pól rzutowych stanowią: rzut oszczepem, piłką do celu, tenis, uderzenia kowala młotem, pchnięcie bagnetem itp.

6. Ruchy celowania, jak: w krokiecie, w strzelaniu, ruchy bramkarza w piłce nożnej, człowieka grającego w bilard u zwierząt — ruchy przygotowawcze do obrony i napaści itp.

7. Ruchy mimiczne i naśladowcze, rysowanie itp.

Z przytoczonego wyżej katalogu wynika, że ruchy kierowane przez pola rzutowe należą przeważnie do ruchów sportowo-gimnastycznych, będących w bliskim stosunku do ruchów kierowanych przez poziom synergii.

Dysfunkcje omawianego poziomu objawiają się ataksjami pochodzenia móżdżkowego i westybularnego, a także tabetycznego. W odróżnieniu od zaburzeń na poziomie rubro-rdzeniowym, gdzie spotykaliśmy się z objawami dystonii i zaburzeń na poziomie talamo-pallidalnym przy czym obserwować się dają dyssynergie; dla poziomu piramidalno-striatycznego charakterystyczne są wymienione postacie ataksji, pochodzących z zaburzeń w obrębie efektora. W szczególności porażenia striatum pociągają za sobą utratę ruchów charakterystycznych dla podpoziomu C_1, przesłanianą hiperfunkcją ciała bladego (pallidum), o czym była mowa w poprzednim rozdziale.

CIEMIENIOWO-PREMOTORYCZNY POZIOM DZIAŁANIA

Dotychczas omówione poziomy struktury ruchu są właściwe zarówno człowiekowi jak i zwierzętom. Więcej jeszcze, na różnych szczeblach filogenezy spotykamy gatunki o wyższym rozwoju tych czy innych znamion udziału pól rzutowych w strukturze ruchu aniżeli u człowieka, to znaczy zwierzęta, które potrafią żywiej i wytrwalej biegać, lepiej wspinać się czy lepiej pływać niż człowiek, zwierzęta o doskonalszej ostrości wzroku, słuchu i węchu, wyposażone w doskonalsze niż człowiek naturalne reakcje napaści i obrony. Co prawda katalog ruchów pochodzących z pól rzutowych jest u człowieka bogatszy niż u jakiegokolwiek gatunku zwierzęcego; jednak bardziej wnikliwa analiza tej kategorii ruchów mogłaby nas przekonać, że znaczna ich ilość, posiadając pozorne cechy ruchów pochodzenia z pól rzutowych kory mózgowej, ze względu na styl aferentacji (sensorycznych korekcji) powinna być zaliczona do ruchów pochodzących z wyższych poziomów; zaznacza się w nich bowiem związek tylko z peryferią kory mózgowej, to znaczy tylko z polami rzutowymi, które, według dowcipnego określenia jednego z fizjologów, stanowią coś w rodzaju przednich rogów mózgu, pracujących nie gorzej od tych zwierzęcych ustrojów, które nie posiadają ani kory mózgowej, ani dróg piramidalnych.

Omawiany w tym rozdziale poziom struktury ruchu wyróżnia człowieka spośród zwierząt, bowiem wprowadza on w obręb ludzkiej motoryki te momenty świadomości, których brak u zwierząt. Na tym właśnie poziomie struktury ruchu w najbardziej charakterystyczny sposób zaznacza się prymat (dominanta) kory mózgowej nad ośrodkami automatyzmów odruchowych, którego źródeł należy doszukiwać się w osobliwościach jego aferentacji, to znaczy nie w elementach wrażeń sensorycznych, lecz w dopływających sen-

sorycznych syntezach, powstałych w hierarchicznie niższych, a filogenetycznie starszych poziomach psychomotoryki. Na tym poziomie spotykamy się obok wyjątkowych zjawisk natury czynnościowej również ze strukturalnymi osobliwościami tkanki nerwowej, polegającymi na tym, że system komórek ośrodków i przebiegających od nich dróg został tu, jak we wszystkich formacjach kory mózgowej, zastąpiony jednorodną masą komórek, wśród których we wszystkich kierunkach przebiegają włókna białej substancji. Taka budowa kory mózgowej utrudnia badanie systemu połączeń nerwowych; natomiast na poziomie podkorowych ośrodków i układu piramidalnego nie nastręcza to tak dalece idących trudności.

Ciemieniowo-premotoryczny poziom struktury ruchu, stanowiący, tylko człowiekowi właściwą, formację neurologiczną, jest zarazem ośrodkiem praksji. W apraksjach powstałych na tle naruszenia całości tego ośrodka nie chodzi o wypadanie poszczególnych członów aktu ruchowego, lecz o naruszenie jego realizacji, spowodowane niemożliwością tworzenia potrzebnych dla zamierzonej czynności ruchowych zestrojów. Apraktyk, „nie jest ani bez ręki, ani bez nogi, jest on tylko bezradny". Może on wykonywać bezsensowne manipulacje przedmiotami, ale nie potrafi z nimi zrobić nic, co wychodziłoby poza ramy elementarnych aktów ruchowych. Rozumiejąc istotę i sens ruchowego zadania apraktyk nie potrafi znaleźć w sobie tej wąskiej ścieżyny, która prowadzi od percepcji (w danym wypadku w znaczeniu uświadomienia) do realizacji i tym różni się od agnostyka, dla którego sam sens zadania jest niezrozumiały. Apraktyk, rozumiejąc istotę ruchowego zadania, zdaje sobie sprawę ze swoich niepowodzeń w próbach wypełnienia tego zadania i traci wysiłek i czas na odszukanie dróg nabywania nowych lub odnajdywanie utraconych umiejętności oraz nawyków ruchowych; siła, szybkość i precyzja elementów ruchowych, składających się na pożądany akt, zostały u niego zachowane, znikła natomiast zdolność do konstruowania i przyswajania długiego szeregu ruchów złożonych. Apraksja nie ma też nic wspólnego z paraliżem i niedowładem; przy tych cierpieniach wypadają ośrodki tworzące etapy w przebiegu impulsów nerwowych między najwyższymi ośrodkami a obwodem, w których powstają impulsy swoiste warunkujące stereotypowe reakcje ruchowe. Nie ma ona również nic wspólnego z ataksją, którą charakteryzuje utrata zdolności koordynowania

pracy mięśni, odmawiających ataktykowi posłuszeństwa we władaniu jego ciałem.

System elementów morfologicznych, stanowiących anatomiczne podłoże poziomu praksji, leży w dolnych odcinkach ciemieniowego płata mózgowia i w płatach leżących bardziej ku przodowi niż motoryczne pola układu piramidalnego. Pierwsza z tych dwu grup mieści się w pobliżu czuciowych ośrodków dotyku, słuchu i widzenia, od których pochodzi aferentacja tego poziomu (sensoryczna korekcja), druga w sąsiedztwie ruchowych ośrodków kory mózgowej, z którymi łączą ją drogi nerwowe; ich przecięcie powoduje wypadanie ruchowych efektów konstruowanych na poziomie praksji. O ile na niższych poziomach struktury ruchu nie spotykamy się z zagadnieniem prawo- i leworęczności, to na poziomie działań (praksji) występuje ono w całej swej rozciągłości i to na tle nawyków ruchowych.

Dla informacji czuciowej poziomu praksji charakterystyczne są sensoryczne syntezy, powstałe na niższych poziomach, jak również te cechy percepcji, które pozwalają uzmysławiać już nie geometryczne kształty przedmiotów, lecz rzeczową stronę ich właściwości, mieszczącą się w psychologicznym terminie „postaci". Chodzi tu nie o konkrety linij, kształtów, figur, barw, dźwięków itp., lecz o ich praktyczną przydatność i zawartą w nich treść, jak np. o linię prostą, nie zaś o konkret prostej linii, o stół jako sprzęt mogący służyć do różnego użytku, nie zaś o stół w danej chwili widziany, o ogólne rysunkowe cechy koła, nie zaś o tożsamość jego w porównaniu do poznanego kiedykolwiek, o młotek jako narzędzie pracy, nie zaś o młotek konkretny itp. W terminologii neuropatologów ta właściwość percepcji na poziomie praksji nadająca ruchom stąd pochodzącym ich właściwą treść, obejmuje rzeczową strone struktury ruchu, podczas gdy w niżej położonych poziomach układają się raczej ruchowe zespoły działania. W percepcji tego poziomu „przedmiot figuruje w ruchowych aktach równocześnie jako powód do manipulowania nim, jako narzędzie działania i jako symbol ułatwiający i konkretyzujący abstrakcyjnie pojmowane zadanie; przykładem tego mogą być wykresy, figury szachowe, napisana litera, hieroglif itp. Do tego poziomu zaliczyć można także szereg działań bezprzedmiotowych, jak gry sportowe itp. Ponieważ przedmioty

istnieją w czasie i przestrzeni, przeto rzeczowa strona operowania nimi wiąże się z przeżyciami oraz z następstwami tych przeżyć.

Percepcja czasu i przestrzeni przebiega na poziomie praksji w sposób swoisty. Istotny jej sens będzie polegał na uzmysławianiu nie geometrycznych, lecz topograficznych stosunków w obrębie pola postrzegania. Tam gdzie chodzi o przedmioty, zostaje uchwycona nie ich wielkość, forma konturów, dokładność rysunku, cechy tożsamości itd., lecz to, co składa się na ich symbole (postacie), dopuszczające wyobrażanie szczegółów rzeczywistości (środkami dowolnie obranymi); przykładami mogą tu być: domek narysowany przez dziecko, jego rysunek człowieka, drzewa itp., kiedy indziej karykatura, schemat itd. Percepcja czasu jest tu również swoista, jeżeli bowiem na poziomie synergij wyraża się ona rytmem ruchowym, to tu wiąże się z rzeczową stroną działania w czasie, dla którego ważnymi momentami będą: synchronizacja ruchów, ich trwanie, szybkość, kolejność itd.

Poziom synergij bierze udział w aktach ruchowych, pochodzących z poziomu praksji tylko w tym stopniu, że stanowi tło, na którym odbywa się grupowanie ruchowych elementów w zestroje niezbędne do panowania nad przedmiotem w sensie właściwej oceny jego kształtu, wagi i wymiaru w stosunku do zadania ruchowego. Sam chwyt przedmiotu i techniczna strona manipulowania nim nie absorbuje poziomu praksji, ponieważ te motoryczne zadania zostały już opanowane na poziomie rubro-rdzeniowym lub na poziomie synergij. Obok poziomu synergij współpracę z poziomem praksji można zaobserwować również na poziomie rzutowych pól kory mózgowej, gdzie ocena przedmiotów łączy się z ich konkretami, dającymi się wziąć, zawładnąć lub rzucać nimi, kłaść lub przenosić je, wyciągać, rozrywać, uderzać itp. Ta więc strona ruchowego działania nie absorbuje również poziomów praksji. Za przykład ilustrujący udział poziomów praksji i synergij w podobnych do siebie działaniach ruchowych przytoczyć można drewniane jajko, składające się z szeregu coraz mniejszych w nim jajek : dziecko, u którego poziom praksji nie rozwinął się jeszcze należycie, będzie starało się oderwać od siebie dwie połowy jajka za pomocą prostego ruchu rozciągania, co w wyniku doprowadzi do wypadnięcia zawartości jajka, natomiast człowiek dorosły będzie kręcił obiema połowami tak dłu-

go, aż powolnymi ruchami zdoła rozłączyć zwarte ze sobą przykrywki, starając się przez to uniknąć następstw nierozważnych ruchów.

Ruchy powstałe na poziomie prakcji są tak ściśle powiązane z ich treścią, że nabierają charakteru już nie działania, lecz postępowania. Charakterystyczną cechę ruchów tego pochodzenia stanowi ich plastyczność i zmienność; jest to wyrazem zdolności osobników przystosowywania się ruchowego do aktualnych potrzeb, do realizmu chwili. Daje to powód do zaliczania ruchów konstruowanych na poziomie praksji do grupy automatyzmów wyższych.

Zjawiska ruchowej automatyzacji rozumiemy jako transmisję ruchowych składników, złożonego aktu ruchowego na niższe poziomy struktury ruchu. Potwierdzenie tego poglądu można znaleźć w fakcie, że w złożonych aktach ruchowych, jak codzienne czynności, sport, ćwiczenia wojskowe, pismo itd., nie jesteśmy w możności doszukać się takich ruchowych elementów, które nie byłyby znane z analizy niższych poziomów struktury ruchów. Każdy więc wyższy automatyzm posiada w swoim składzie style automatyzmów, pochodzących z niżej położonych poziomów struktury ruchu, przeto inwentarz ruchów z poziomu praksji tworzy inwentarz ruchów niższych poziomów.

W początkowych okresach nabywania nawyków ruchowych ruchy błędne są korygowane przez sensoryczne przeżycia poziomu praksji, w miarę jednak nabywania wprawy, całość automatycznych ruchów oprze się na niższych ośrodkach i na ich specyficznej sensorycznej korekcji (aferentacji).

Autor cytowanego dzieła przyjmuje 5 grup ruchowych aktów konstruowanych pod przewodnictwem poziomu praksji:

grupa 1 — Akty o małym udziale automatyzmów:

a) — obmacywanie, oglądanie, przymierzanie, porównywanie, wybieranie;

b) — próby nowych ruchów;

c) — schematyka rysunkowa, stawianie i obalanie przedmiotów, nasypywanie, nalewanie, otwieranie, rytmiczne uderzanie, otwieranie zamków i zasuwek itp...

grupa 2 — Akty z wyraźnym udziałem pól rzutowych:

a) — kreślenie, rzeźbienie, składanie mechanizmów, manipulacje z przyrządami, praca tokarza, optyka, chirurga, zegarmistrza itd.;

b) — nawlekanie igły, odmierzanie kropli, temperowanie ołówka, zabawy z figurami geometrycznymi.

grupa 3 — Akty z udziałem wyższego poziomu pól ruchowych:

a) — praca szofera, maszynisty, obrabiacza metali, szlifierza, tapicera, praczki;

b) — prasowanie, czesanie, golenie, sznurowanie obuwia, zapalanie papierosa, włączanie kontaktu elektrycznego itd.;

c) — wspinanie się po linie, po drabinie lub na drzewa, balansowanie przedmiotami o chwiejnej równowadze, zabawy itp.....

grupa 4 — Akty z akcentami poziomu synergij:

a) — koszenie, wiązanie snopów, kopanie, kręcenie korbą itd.;

b) — wiązanie węzłów, praca na drutach i szydełkiem, nawijanie nici, ubieranie się itp.;

c) — walka wręcz, dżiu-dżi-tsu, skok o tyczce, skakanka itd...

grupa 5 — Akty z wyraźnym udziałem poziomów rzutowych pól i synergij:

a) — pisanie, mowa, szycie na maszynie, krojenie, praca żeglarza, zecera, tapicera itp.;

b) — wyszywanie, obieranie owoców i warzyw;

c) — szermierka, walka na bagnety, strzelanie, rzuty przedmiotami, sport narciarski, turystyka górska, akrobatyka, tańce, balet.

grupa 6 — Stanowi tło poziomu rdzeniowego, kierowanego poziomem praksji, jak: ruchy masażysty, wibrato muzyków, chwyty, ruchy wachlarzem itd.

POZIOMY POŁOŻONE POWYŻEJ POZIOMU DZIAŁANIA (GRUPA E)

Z charakterystyki poziomu działania wynika, że nie wszystkie intelektualne akty ruchowe znajdą w nim miejsce. Symboliczne działania, treściowa strona warunkowych działań, pismo, mowa, o ile chodzi o ich treściową nie zaś techniczną stronę wykonania, ruchowe zestroje związane nie z przedmiotami, lecz z pamięciowymi cechami osobowości, z abstrakcyjnymi zadaniami, jak: muzyka, choreografia itp., działanie przedmiotami, w których one służą jako narzędzia pomocnicze do osiągania oderwanych celów, nie mogą być realizowane na poziomie D (ciemienio-premotorycznym). W obrębie skomplikowanych aktów oraz zintelektualizowanego zachowania się, jak na przykład w piśmie i w mowie, daje się stwierdzić szereg hierarchicznych nawarstwień znacznie obfitszy niż we wszystkich innych poziomach, a szeregowi temu musi odpowiadać anatomiczne tło transmisji sensorycznych i impulsów ruchowych. W piśmie, poziom pól rzutowych zabezpiecza kontury pisma, pozycję ciała piszącego, dostosowanie ruchów pióra do powierzchni papieru itp. Poziom działania warunkuje topologiczne właściwości pisma i moduluje potrzebne do tej czynności synergie, pochodzące z poziomu talamo-pallidalnego, brakuje tu jednak dwu jeszcze transmisji. Pierwsza z nich polega na zamianie fonetycznych cech słowa symbolami geometrycznymi, druga — na zamianie myśli na fonetyczne i graficzne symbole. Dla każdej z takich transmisji powinienby istnieć domniemany poziom struktury ruchu. Tego rodzaju hipotezę potwierdzają kliniczne obserwacje, jak na przykład zachowanie się pacjenta z perwersją od strony poziomu C_1, który, otrzymawszy polecenie nakreślenia konturu koła, nie potrafił zatrzymać ręki w potrzebnym miejscu i narysował cały kłębek linii. W innym

wypadku pacjent z zaburzeniami poziomu D potrafił napisać liczbę 8, ale w całym szeregu ósemek, podczas gdy drugi z takim samym porażeniem na polecenie napisania liczby 120 napisał ją następująco: 122222222. Kiedy indziej pacjent, który otrzymał polecenie narysowania domku, albo narysował schemat domku w jednym miejscu wielokrotnie, albo rysował szereg obok siebie rozmieszczonych domków. Przykłady te dowodzą, że całostkowe akty ruchowe nie układają się w ramach poziomu E.

Należy zdać sobie sprawę z tego, że w poziomie E mamy do czynienia z ośrodkiem koordynacji ruchu, nie zaś z nadbudówkami psychologicznymi i że akty ruchowe pochodzące z tego poziomu nie stanowią sumy ruchów konstruowanych na niższych poziomach, lecz samoistne koordynacje.

Dla większej przejrzystości wykładu, podajemy niżej zamieszczone zestawienie.

Rozwój motoryczności dziecka

(według Błońskiego)

Wiek	Ruch lub działanie	Poziomy				
		A	B	C_1	C_2	D
3 mies.	Kierowanie ręki i przedmiotu do ust .	x	x	—	—	—
	Reakcja na dźwięki	x	—	—	—	—
	Oboczna koordynacja.	x	—	—	—	—
	Zwrot oczu ku przedmiotom znajdującym się z boku	x	—	—	—	—
	Mruganie powiek w stanach zagrożenia oczu	x	—	—	—	—
6 mies.	Utrzymywanie głowy	x	—	—	—	—
	Siedzenie z wyprostem	—	—	x	—	—
	Zwracanie głowy ku źródłu dźwięku .	x	—	x	—	—
	Opozycja dużego palca w chwycie .	x	x	—	—	—
	Utrzymywanie przedmiotu włożonego do ręki	x	—	—	—	—
	Wyciąganie się w stronę spostrzeżonych przedmiotów	—	x	x	—	—
1 rok	Siedzenie i stanie	—	—	x	—	—
	Pierwsze słowa	—	—	x	—	x
	Ruchy naśladowcze	—	—	—	x	—
	Naśladowanie pisma	—	—	—	x	—
1½	Picie ze szklanki (kilka łyków) . .	—	—	—	—	x
	Mowa (mama, tata, nie)	—	—	—	—	x
2 lata	Wskazywanie przedmiotów na obrazkach	—	—	—	x	—
	Naśladowanie prostych ruchów (klaskanie w dłonie)	—	—	—	x	x
	Niewprawne rysowanie koła	—	—	—	x	x
	Zrywanie opakowania z przedmiotów jadalnych	—	—	—	—	x

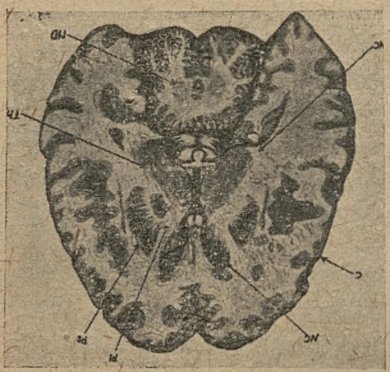
POWSTAWANIE I ROZWÓJ POZIOMÓW STRUKTURY RUCHU

Prawo Haeckla polegające na twierdzeniu, że w ontogenezie jakby w skrócie powtarzają się wszystkie stadia rozwoju filogenetycznego, nie może być w całej swej rozciągłości zastosowane do procesów rozwojowych w obrębie psychomotoryki człowieka, ponieważ „w dziedzinie motoryczności między rodzajową i osobniczą historią rozwoju zachodzi szereg zasadniczych i faktycznych rozbieżności“. Rozbieżności te mają następujące źródło:

1. Układ ruchowy niższych kręgowców najzupełniej odpowiada tym prostym zadaniom ruchowym, które w swoim czasie miały wpływ na ewolucję ich motoryczności, podczas gdy embrion czy noworodek nie posiadają wyosobnionych zadań ruchowych.

2. Z reguły w ontogenezie dojrzewanie morfologicznych elementów psychomotoryki znacznie wyprzedza ich czynnościową dojrzałość, dzięki czemu neurologiczna struktura ruchów w okresie rozwojowym niejednokrotnie odbywa się na poziomie niższym niż ten, który mógłby być brany pod uwagę ze względu na swą anatomiczną dojrzałość. Wykładnikiem tego twierdzenia może być zjawisko pełzania czy poruszania się na czworakach dziecka, stanowiące, filogenetycznie rzecz biorąc, odpowiednik lokomocyjnych ruchów płazów. W tym okresie rozwoju dziecka rzutowe pole efektorów (mięśni) wchodzących w skład układu piramidalnego jest już sformowane, ale ruchowe korekcje utrzymują nadal pochodzenie z poziomu synergij i przebiegają nie drogami piramidalnymi, lecz pozapiramidalnymi, z czym wiąże się mniejsza doskonałość ruchów dziecka w porównaniu z ruchami płazów pozbawionych układu pól rzutowych.

3. Nowopowstały ośrodek nerwowy stanowiący anatomiczne podłoże struktury ruchu nie od razu przejmuje na siebie czynności spełnione przez ośrodek niższy, ale wiekiem starszy; stopniowo tylko, jakby krok za krokiem, wprowadza w obręb dotychczasowej motoryczności własne korektywy, ograniczające dotychczasową autonomię niżej położonego poziomu struktury ruchu. Równocześnie daje się zaobserwować fakt, że u płazów rdzeń może zastępczo pełnić czynności wyższych poziomów mózgowia, usuniętego dla celów doświadczalnych; to samo daje się powiedzieć u ptaków o pallidum, podczas gdy u człowieka nie da się zaobserwować faktów, które by mogły świadczyć o tak daleko posuniętych kompensacyjnych zdolnościach niższych psychomotorycznych poziomów. Należy tu również uwzględnić fakt, że u człowieka każdy z nowopowstających ośrodków psychomotorycznych wnosi do obrębu motoryki nowe postacie czuciowej korekcji nie przez to, że zwiększą ilość lub jakość elementów czucia, lecz wskutek tego, że pociąga za sobą nowe sposoby przyjmowania czuciowego materiału, jego oceny i zestawienia z danymi pochodzącymi z innych czuciowych ośrodków, co musi zmieniać stosunek ustroju do jego otoczenia.



Rys. 7. Poziome ścięcie mózgu niedaleko od podstawy: Nc — przednia i tylna części nuclei caudati (ciało ogoniaste), Pt — putamen (przykrywka), Pl — globus pallidus (ciało blade), Th — thalamus opticus (wzgórze wzrokowe), Nd — jądro zębate móżdżku, C — motoryczne pole kory mózgowej (tamże).

W filogenezie kręgowców najwcześniej występuje system talamo-pallidalnych regulacji ruchu u ryb, których ruchy noszą charakterystyczne cechy przystosowania się do poruszania się w wodzie. Wyróżniają się one powolnością, rytmicznością i zaokrągleniem, niespotykanym w żadnym z rozwojowych okresów człowieka. Wskutek tego zarówno rdzeń jak i pallidum u amfibii i ryb mało przypomina ich odpowiedniki u człowieka. (Rys. 10).

Przechodząc do morfogenezy (filogenetycznego rozwoju psychomotorycznych ośrodków) trzeba zauważyć, że:

1. Zarodkowe postacie m ó ż d ż k u spotykamy u wszystkich kręgowców, z wyjątkiem lancetnika, u człowieka zaś móżdżek jest najzupełniej sformowany w momencie przyjścia na świat.

2. J ą d r o c z e r w o n e, główny człon pozapiramidalnego układu ruchowego, istnieje niemal u wszystkich kręgowców, ale w filogenezie ulega znacznym przeobrażeniom.

3. S y s t e m w z g ó r z y w z r o s t o w y c h, których zbiegają się drogi proprioceptoryki, czucia dotyku, bólu i temperatury, występuje w całej pełni już u zimnokrwistych, u których jednak obok tego systemu istnieją nerwowe połączenia narządów zmysłów z wyżej położonymi ośrodkami; u ptaków natomiast system wzgórzy wzrokowych staje się tranzytowym ośrodkiem całej receptoryki, z tym zastrzeżeniem, że do wyższych ośrodków dopływają już nie elementy czucia, jak do wzgórzy wzrokowych, lecz ich syntezy powstałe w tym ośrodku.

4. P a l l i d u m jako efektorowy człon układu, w skład którego wchodzi sensoryczny ośrodek wzgórzy wzrokowych, stanowi hierarchicznie najwyższy poziom psychomotoryki niższych kręgowców.

(Wszystkie wymienione tu ośrodki są sformowane u noworodka, a drogi nerwowe prowadzące do nich posiadają otoczki mielinowe gwarantujące izolowane przewodnictwo impulsów nerwowych).

5. S t r i a t u m jako wykonawczy organ piramidalnego systemu wchodzący na poły w obręb ośrodków korowych zaczątkami swymi tkwi już u płazów i rządzi ruchami pełzania i wspinania się na drzewa. Najwyższy poziom jego rozwoju obserwuje się u ptaków pozbawionych jeszcze układu piramidalnego i półkól móżdżku. System striatyczny pokrywa się otoczkami mielinowymi dopiero w 5—6 miesiącu po urodzeniu. Czuciowa korekcja ciała prążkowanego niemal całkowicie pochodzi ze wzgórzy wzrokowych, związki zaś z korą mózgową nie zostały jeszcze udowodnione.

6. Piramidalny system efektorów jest już sformowany u gryzoniów i u drapieżników, ale w swej filogenezie przechodzi różne etapy, aż osiąga najwyższy poziom rozwoju u człowieka. Rzutowe pola układu piramidalnego mają swe połączenia niemal z każdym poszczególnym mięśniem, a połączenia ich z czuciowymi ośrodkami kory mózgowej, otrzymującej sensoryczne syntezy od niżej położonych ośrodków czuciowych (wzgórza wzrokowe), zabezpieczają sensoryczną korektywę ruchów na tym poziomie skonstruowanych. Mielinizacja elementów nerwowych układu piramidalnego następuje u człowieka dopiero w drugim półroczu życia pozamacicznego, frontalne zaś i premotoryczne ośrodki ruchowe dojrzewają dopiero w drugim roku życia, co w znacznym stopniu wyjaśnia rozwój motoryczności dziecka.

W jednym z dzieł dotyczących neurofizjologii został przytoczony schemat Foix-Nicolesco bardzo zbliżony do poglądów zawartych w przedstawionej przez nas teorii.

W oświetleniu Nicolesco najwcześniejsza postać wzbogaconej motoryki kręgowców zabezpiecza talamo-pallidalny system regulacji ruchu, stanowiący najwyższy psychomotoryczny poziom u ryb i częściowo też u ziemnowodnych, warunkując u nich charakterystyczne monotonne, płynne ruchy całego ciała, w pewnym stopniu przypominające ruchy perystaltyczne. Ruchy te w pewnym natężeniu dają się obserwować nawet w czasie pozornego spokoju, polegają na synergiach obejmujących całe ciało i prawie w 100% służą celom lokomocyjnym w wodzie.

Następny — drugi z kolei — stopień wyższych postaci psychomotoryki warunkuje wystąpienie głębokich warstw przyszłych pól rzutowych kory mózgowej, sprzężonych z ciałem prążkowanym (striatum), co ma miejsce u lądowych amfibij, płazów, a w najwyższej swej postaci u ptaków. Na tym poziomie rozwoju psychomotoryki „tułowiowy“ styl ruchów odbywa ewolucję w kierunku „kończynowego“ ich stylu, dzięki czemu wymienione wyżej kategorie zwierząt mogą wykonywać ruchy pełzania, wspinania i lotu. Podczas gdy u ryb statyka i pozycja ciała nie stanowią składnika psychomotorycznego, u omawianej kategorii zwierząt daje się zaobser-

wować cały system mechanizmów statyczno-ruchowych regulacji. Spotykamy się tu z nieruchomą postawą ciała o posągowym stylu, mogącą przechodzić w gwałtowne, zrywowe ruchy. Ruchy tułowia, szyi i głowy posiadają swoisty ciastowaty charakter, dający się zaobserwować w schorzeniach mózgu u człowieka, przy których występuje nadczynność tego poziomu regulacji ruchu. Na tym stopniu rozwoju psychomotoryki spotykamy się ze zjawiskami ruchowymi przypominającymi praksje, np. czyszczenie piór przez ptaki, karmienie potomstwa, budowanie gniazd itp., których to zjawisk nie widzimy u ryb. Na tym poziomie rozwoju regulacji ruchów po raz pierwszy występują zdolności do mimicznej postawy, wydawania skomplikowanych dźwięków (pieśni ptaków, skrzeczenie i rechotanie żab), zdolności do ruchów tanecznych, a także do orientowania się w przestrzeni pozwalającego na precyzję celowych ruchów lokomocyjnych, co może świadczyć o rozpoczynającej się w tym okresie interwencji zaczątkowych elementów górnych warstw kory mózgowej. We wszystkich tych zjawiskach ruchowych trudno jeszcze dopatrzyć się jakichkolwiek znamion interwencji poziomu praksji, przeto plastyczność ruchu i zdolność do stwarzania nowych ruchowych kombinacji stoi tu na bardzo niskim poziomie.

Trzeci stopień rozwoju psychomotoryki wiąże się z pełnią rozwoju rzutowego pól kory mózgowej. W tym stadium filogenezy ośrodków psychomotorycznych, nic nie tracąc z systemu koordynacji opartego o formacje niższych poziomów, zwierzęta uzyskują możność wykonywania niestereotypowych ruchów napaści, chwytów, ruchów łowieckich, skoków itp. Równolegle z tym narasta zdolność do poddawania się tresurze, plastyczność ruchów i zdolność do tworzenia nowych kombinacji ruchowych skierowanych do samoobsługi i czynności łowieckich. Występują tu również zespoły celowych ruchów związanych z życiem w gromadzie, a wyrażających się w działaniach wychowawczych, pokazach, zabawach, z czym nie spotykaliśmy się u zwierząt pozbawionych rzutowych pól kory mózgowej. Znika tu posągowy styl pozycji i postawy ciała, ruchy stają się elastyczne, przypominające ruch sprężyny, maleje skłonność do zachowywania zupełnego spokoju, zjawia się postawa wyrażająca przeżywane emocje lęku lub popędów napastniczych, względnie uczuć przyjaznych (jeżenie sierści, wyginanie grzbietu, ruchy ogona itp.). Już na tym stopniu rozwoju psychomotoryki za-

czynają występować te celowe czynności, które mogłyby świadczyć o zaczątkowej roli poziomu praksji. Z omówionym tu systemem regulacji ruchowych spotykamy się dopiero u ssaków.

Trzy poziomy rozwoju ośrodków psychomotorycznych nie wyczerpują jeszcze przebiegu ewolucji psychomotoryki aż do szczytu właściwego człowiekowi, toteż Gurewicz uzupełnia schemat Foix-Nicolesco czwartym jeszcze stopniem procesu ewolucyjnego, związanym z rozwojem czołowych płatów mózgu, właściwych dla prymatów i dla człowieka. Odskok od poprzedniego stylu zjawisk psychomotorycznych, który pozostaje w związku z rozwojem czołowych płatów u prymatów i człowieka jest bardzo duży. W dalszej ewolucji czołowych płatów człowiek wyprzedza znacznie prymaty i niżej rozwinięte gatunki zwierzęce bogactwem świadomych i celowych ruchów, związanych z praksjami lub ideomotorycznymi koncepcjami, jednak zwierzęta prześcigają człowieka tam, gdzie chodzi o żywość, siłę, celność, potęgę ruchu, o zachowanie równowagi czy o wytrzymałość ruchową.

Przy analizie rozwoju motoryczności dziecka należy brać pod uwagę naturalny jej rozwój, tak jak się on zarysowuje obserwatorowi badającemu okresy dzieciństwa, pedagogiczne oddziaływania i zdolność dziecka do uczenia się i przyswajania sobie ruchowych stereotypów. „To, czego można nauczyć chłopca w wieku od trzynastu do piętnastu lat, jest niedostępne dla pięcioletniego dziecka, odwrotnie, to, czego należy uczyć w 7 roku życia, nie da wyników w nauczaniu młodzieńca w okresie lat piętnastu czy dwudziestu“.

Pierwsze ruchy dziecka znamionują odruchy pochodzenia rdzeniowego już w życiu wewnątrzmacicznym, po przyjściu zaś na świat polegają one na ssaniu i krzyku, możliwości poruszania głową w poszukiwaniu piersi matki i reagowaniu zwrotami głowy na dotykanie jego szczęki. W kilka dni po urodzeniu występuje szereg tego rodzaju odruchów pochodzenia rdzeniowego, jak na przykład wyprostny ruch tułowia pod wpływem lekkiego łechtania piersiowej części kręgosłupa i zaciskanie pięści wskutek podrażnienia dłoni. Ten ostatni odruch pochodzenia rdzeniowego stanowi wyjściowy punkt dla późniejszego opanowania umiejętności władania ręką, bowiem dopiero w 4 — 5 miesiącu życia dziecko potrafi chwytać przedmioty pod wpływem wrażeń wzrokowych. Pierwsze tego rodzaju

próby są połączone z ogólnym ruchowym niepokojem, uwidoczniającym się w ruchach wszystkich kończyn, a także w pobudzeniu mięśni twarzy, szyi i tułowia. Następna faza motoryczności dziecięcej ręki będzie uwarunkowana dojrzewaniem pól rzutowych, które spowoduje zastąpienie błędnych dotąd ruchów celowym działaniem rąk. Na tym przykładzie sprawdza się teza dotycząca współmiernego z rozwojem nerwowych ośrodków przesuwania się od dołu ku górze kierownictwa działalnością ruchową. Wspomniany niepokój ruchowy towarzyszący nauce władania ręką daje się obserwować jeszcze później w 5—6 miesiącu życia dziecka, w czasie prób wkładania przedmiotów do ust; można z tego wnioskować, że nowy czynnik włączenia prostowników do pracy ręki sprawia jeszcze dziecku duże trudności.

Dla należytego zrozumienia procesów związanych z rozwojem motoryczności człowieka należy pamiętać, że: 1. u noworodka nie został jeszcze zakończony cykl dojrzewania anatomicznego podłoża psychomotoryki i 2. dojrzałość elementów anatomicznych znacznie poprzedza ich czynnościowe dojrzewanie.

W pierwszych fazach rozwoju, kiedy brak jeszcze mielinizacji nerwowych elementów wyższych ośrodków, na stylu dziecięcej motoryczności kładzie wyraźne piętno wzgórze wzrokowe i ciało blade oraz styl swoistych dla nich czuciowych korekcji, polegających na bodźcach proprioceptywnych.

W związku z tym, że czynnościowe dojrzewanie anatomicznego podłoża psychomotoryki kończy się dopiero po dwu i pół letnim życiu pozałonowym, cała motoryczność noworodka i dziecka w pierwszym półroczu pozostaje pod dominującym kierownictwem talamo-pallidalnego systemu regulacji ruchu. Motoryczność dziecka w tym okresie cechuje globalność ruchów całego ciała z przewagą kończyn, chwytne odruchy kończyn górnych, prymitywne odruchy kończyn dolnych i kręgosłupa i masowe reakcje ruchowe przypominające ruchy małp. Czystość zjawisk psychomotorycznych zaciera tu stopniowe czynnościowe dojrzewanie wyższych ośrodków. Obserwowane w tym okresie synergie (ruchowe zestroje) sprowadzają się do wyżej omówionych odruchów i do żywej gry mięśni powodujących ruchy palców, zginanie, prostowanie i rotacje w obrębie stawów obu kończyn, ale nie służą żadnym konkretnym celom, zachowując zawsze spontaniczny swój charakter. W 5—6 miesiącu życia kończy się doj-

rzewanie systemu czerwonego jądra i ciała prążkowanego, w związku z czym dziecko potrafi już przyjmować pewne pozycje ciała, wyrażające się w siadaniu, kładzeniu się, przewracaniu się, a nieco później we wstawaniu i zajmowaniu pozycji stojącej. Synkinezje coraz wyraźniej bywają tu zastępowane synergiami (utrwalonymi ruchowymi zestrojami o typie ruchowych nawyków), tułów z bezwładnej niemal bryły przekształca się w narząd równowagi i ruchu, kończyny uzyskują zdolność do pracy z obciążeniem i potrafią służyć jako oparcie dla ciała. Pozostaje to w związku z tonicznym napięciem mas mięśniowych, którego brakło w poprzednim okresie, a także z anatomicznym rozwojem kośćca i muskulatury kończyn.

W związku z dojrzewaniem ciała prążkowanego (striatum), które przebiega powolnie w omówionym wyżej okresie życia noworodka, wyposażonego już w czynnościowo dojrzewające ośrodki regulacji ruchu na poziomie synergij, w drugim półroczu życia dziecko ma możność zużytkowania dostępnych mu zestrojów ruchowych dla reakcji celowych, jak np. zmiana pozycji ciała tym bardziej, że w końcu omówionego okresu dojrzewa również system labiryntu jako podstawowy element poczucia równowagi. Wraz z tymi przełomowymi w życiu dziecka zmianami przychodzi zdolność władania głosem. Obok nieartykułowanych dźwięków występuje bełkot, modulacja głosu, bardzo zresztą prymitywna, tak zwane gaworzenie itp., co stanowi pierwsze znamiona interwencji piramidalno-striatycznego poziomu regulacji ruchu. W miarę dalszego dojrzewania poziomu piramidalno-striatycznego wystąpią mimiczne synergie, odpowiadające elementarnym emocjom zadowolenia, strachu, zainteresowania i gniewu; dopiero jednak w drugim roku życia wraz z dojrzewaniem pól premotorycznych, do których zalicza się również pole Broka, dziecko potrafi wiązać dźwięki w słowa.

W drugim półroczu już wyraźnie zaczyna zaznaczać się dojrzewanie pól rzutowych w korze mózgowej. Najwcześniejszym objawem tego jest zdolność dziecka do celowego chwytania zauważonych przedmiotów, podczas gdy dotychczas dostępne dziecku chwyty polegały na prostym odruchu zaciskania ręki przy jej zetknięciu z przedmiotami, regulowanym z poziomu rdzeniowego. Jakkolwiek pierwotne błędne ruchy zaczynają nabierać charakteru ruchów skierowanych, to jednak długo jeszcze pozostają one niedoskonałe

wskutek przewagi synkinezji nad synergiami. Znamienną cechą ruchów ręki dziecka w tym okresie jest również to, że schwytane przedmioty dziecko kieruje do ust, w czym zaznacza się praca zginaczy, a z czego nie należy wyciągać innego wniosku, jak tylko ten, że tego rodzaju ruchy odpowiadają zasadniczym tendencjom dziecka.

Drugie półrocze życia dziecka przebiega pod znakiem przygotowywania się do chodzenia i biegania przy pomocy zużytkowywania surogatu ruchów lokomocyjnych; jest to pełzanie wprowadzające w grę liczne grupy mięśniowe, które w przyszłości będą kierowane przez wszystkie poziomy regulacji ruchu. Ze strony systemu rubrorazemowego płynąć będą impulsy: 1. dynamicznego kierownictwa napięciem mięśni kończyn i tułowia, 2. jednostronnej i dwustronnej innerwacji mięśni oraz 3. sensorycznej kontroli labiryntu i móżdżku. Układ talamo-pallidalny zabezpiecza rytm synergij, obejmujących prawie 100% umięśnienia kośćca, poziom striatyczny przystosuje te synergie do stosunków przestrzennych i do rzeczywistych warunków terenu, które stwarzać mogą jego nierówności, wreszcie poziom pól rzutowych (system piramidalny) doda do tego realnego procesu to, co nada mu charakter celowego działania, związanego z kierunkiem, zadaniem ruchu i z tymi momentami, które polegają na zwrotach, rozbiegu, podnoszeniu przedmiotów, rzutach itp. W tym wczesnym okresie przygotowań do ruchów lokomocyjnych dziecko musi walczyć z trudnościami, płynącymi nie tylko ze strony słabo rozwiniętych ośrodków psychomotorycznych, ale również z ograniczeniami, jakie wynikają z biometrycznych cech dziecięcego ustroju. Krótkość dolnych kończyn, ugięcie ich w stawach kolanowych w związku z brakiem lędźwiowej lordozy, wysokie położenie ośrodka ciężkości ciała, słabość muskulatury, wąskość podstawy, jaką mogą dawać drobne stopy, stwarzają trudności w zachowaniu równowagi, zakłóconej dysproporcją między masywem tułowia i jego oparciem na osi, przebiegającej poprzez stawy biodrowe.

Ten zbieg okoliczności uzmysławiający natężenie walki dziecka o zachowanie równowagi pogłębia jeszcze trudność balansowania mięśni stopy, ale trudności te będą stopniowo usuwane w miarę czynnościowego dojrzewania móżdżku, czerwonego jądra i talamopallidalnego układu, których rola zaznacza się wyraźnie w drugim półroczu życia dziecka; w drugim roku życia dziecko o tyle pokona już omówione trudności, że będzie mogło poruszać się dwunożnie na

wzór dorosłego człowieka, jakkolwiek chód dziecka w tym okresie będzie tylko przypominał chód dorosłych.

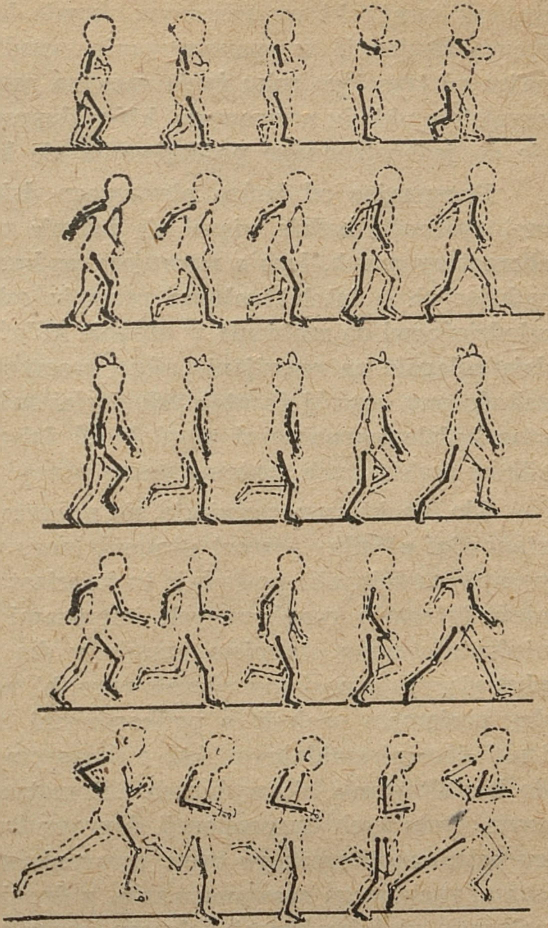
W drugim roku ruchy dziecka pozostają nadal niezgrabne, ale możemy już obserwować u niego znaczny rozwój ruchów mimicznych i odruchów ochronnych, a także pewne umiejętności samoobsługi, co odpowiada znacznemu rozwojowi układu striatycznego i słabemu jeszcze rozwojowi układu piramidalnego, dzięki czemu ruchy dziecka pozostają mało precyzyjne, nacechowane licznymi synkinezjami: zaznacza się to w ruchach lokomocyjnych stanowiących coś pośredniego między chodem a biegiem. Wyraźne zróżnicowanie biegu i chodu następuje nie wcześniej niż w trzecim roku życia, kiedy ostatecznie formuje się system zharmonizowanych impulsów przebiegających w określonej i zautomatyzowanej kolejności i warunkujących regulację ruchu we wszystkich płaszczyznach, nie zaś, jak w bardzo wczesnym dzieciństwie, tylko w płaszczyźnie strzałkowej, w której odbywają się ruchy naprzód i w tył. Okres innerwacyjnych prymitywów trwa u dziecka do początku trzeciego roku, ale jego zakończenie nie oznacza jeszcze tego stopnia integracji ruchów lokomocyjnych, z jakim spotykamy się u dorosłych. Dopiero w piątym roku życia posiada dziecko pełny inwentarz impulsów ruchowych pochodzący z czaszkowego układu nerwowego.

Już w trzecim roku życia dziecko potrafi chodzić, biegać i skakać, jeździć na trzykołowym rowerze, co świadczy o tym, że mechanizmy koordynacji ruchów rozwinęły się w tym czasie w dostatecznym stopniu, jednak brak tu jeszcze roli tych strukturalnych elementów układu nerwowego, które kładą swoiste piętno na szczegółowe momenty aktu ruchowego. Badania cyklogrametryczne wykazały, że dalszy rozwój motoryczności dziecka nie odbywa się najkrótszą drogą, lecz przechodzi znamienny cykl, w którym około 5 — 6 roku zjawia się mnóstwo impulsów nerwowych dopływających do odnóży, wymagających włączenia ich do systemu opanowanych już zestrojów; trwa to około dwu lat. (Rys. Nr 11).

Zaczynając od trzeciego roku, gdy następuje zróżnicowanie chodu i biegu, krok dziecka staje się dłuższy: w 5 roku — dwukrotnie, w 8 — trzykrotnie, a w 10 — przeszło czterokrotnie. Tak samo narasta szybkość biegu: w 4 — roku dwukrotnie, w 5 — trzykrotnie, w dziesiątym zaś pięciokrotnie. Ponieważ wspomniane przy-

rosty nie odpowiadają stosunkom w obrębie rozrostu kośćca, w szczególnoci zaś dolnych kończyn, należy przypuszczać, że istotnym momentem będą tu zmiany zachodzące w układzie stawowym, dopuszczające zwiększanie się amplitudy ruchów.

W drugim i trzecim roku rozpoczyna się dojrzewanie poziomu synergij, w związku z czym pozostaje możność manipulacji oraz mięśniowych koordynacji wchodzących w skład mowy, a także wdzięczność dziecięcych ruchów, wyróżniających się spontanicznością w zabawie, ale gasnących w momentach, kiedy uwaga dziecka jest przez dłuższy czas obciążona konkretnym zadaniem ruchowym. Symptomokompleks ten świadczy, że nie wszystkie jeszcze warstwy poziomu pól rzutowych i synergij należycie dojrzały. Przemawia za tym i to, że obok wspomnianej wdzięczności dziecięcych ruchów spotykamy się również z przejawami niezgrabności i niezręczności. Do drugiego roku życia dziecku nie sprawia trudności używanie pra-



Rys. 11. Pozycje ciała kilkorga dzieci w różnym wieku, w charakterystycznych fazach biegu. Od lewa na prawo: 1 — odbicie nogi zamachowej, 2 — przednie odbicie, 3 — największe zgięcie goleni nogi oporowej, 4 — tylne odbicie, 5 — ostatnia faza odbicia nogi oporowej. Wiek dzieci od góry ku dołowi: 1 rok i 4 i pół mies., 3 lata, 4 lata i 9 miesięcy, 6 lat i jeden mies., 10 lat.

wej czy lewej ręki, we wczesnym okresie dziecko zdradza nawet dwuręczną tendencję w opanowywaniu przedmiotów, natomiast poczynając od trzeciego roku życia zaczyna zaznaczać się ta rozwojowa asymetria układu nerwowego, która doprowadza w późniejszym czasie do jednostronnego posługiwania się kończynami górnymi.

Poczynając od końca pierwszego dziesięciolecia dalszy rozwój motoryczności będzie wiązał się już nie z rozwojem ośrodków psychomotorycznych, lecz z rozwojem wyższych rzutów korowych, decydujących o intelektualnym rozwoju człowieka. To, co pozostaje młodzieńcowi do zrobienia w obrębie zadań psychomotorycznych, będzie polegało na rozwijaniu siły i zręczności ruchu, jakkolwiek niezakończony rozwój frontalnych części mózgu przez dłuższy jeszcze czas będzie warunkował niezdolność dziecka do długotrwałych wysiłków cechujących systematyczną pracę.

Tło, na którym rozwijają się pubertalne cechy motoryczności, stanowią: a) silny rozrost piramidalnego układu ze szkodą dla dróg pozapiramidalnych; powoduje to kanciastość i niezgrabność ruchów niedostatecznie regulowanych impulsami sensorycznymi, a także niedostatecznym stopniem impulsów dla mięśniowego napięcia dopływających z poziomu rdzeniowego, b) zachwianie równowagi między poziomem praksji a podkorowymi ośrodkami psychomotoryki i układem piramidalnym, które dostarczają elementów niezbędnych do kształtowania się wyższych automatyzmów. Wyrównanie w dalszym życiu tych dysproporcji doprowadza do określenia osobniczego psychomotorycznego typu, uwarunkowanego z jednej strony cechami ruchowego zaawansowania, z drugiej zaś strony konstytucjonalnymi właściwościami dalszego rozwoju ośrodków psychomotorycznych. Te konstytucjonalne właściwości powodują, że osoby wyróżniające się pięknem i harmonią ruchu mogą być równocześnie niezaradne w manipulacjach nawet najprymitywniejszymi narzędziami albo osoby zręczne w manipulacjach (praca zegarmistrza) bywają nieudolne w ruchach lokomocyjnych. Wspomniane dysproporcje pozostawiają również ślady w zakresie uzdolnień ruchowych decydujących o stopniu osiągnięć w ramach ćwiczeń i treningu.

ROZWÓJ RUCHOWYCH NAWYKÓW

Teoria nawyków ruchowych uległa w okresie ostatniego pięćdziesięciolecia znacznej ewolucji. Uwaga teoretyków i praktyków wychowania fizycznego do niedawna jeszcze skierowana była na obwodowy układ ruchowy, który w istocie może warunkować jedynie siłę ruchu. W związku z tym uciekano się do zabiegów mających na celu wzmożenie rozwoju kości, wiązadeł i mięśni, jak masaż, rozciąganie torebek stawowych i ścięgien, a także niektóre rodzaje gimnastyki pobudzające rozwój muskulatury. Ten sposób postępowania wynikający z niewłaściwej interpretacji genezy nawyków ruchowych przynosił wiele szkody. Dopiero w początkach XX wieku fizjologowie w sposób właściwy wyjaśnili rolę ośrodków psychomotorycznych w korze mózgowej. W miarę postępu wiedzy o mózgu, zwłaszcza zaś dzięki pracom uczonego radzieckiego Pawłowa, który ustalił prawo odruchów warunkowych i zbadał wzajemny stosunek kory mózgowej i ośrodków podkorowych, psychologia zaczęła wkraczać na nowe tory, zarysował się zręb wiedzy o mechanizmach psychomotorycznych i uległy radykalnej zmianie poglądy na istotę ćwiczenia i treningu, prowadzące do utrwalania się nawyków ruchowych.

Entuzjazm, który wywołała teoria odruchów warunkowych wśród teoretyków i praktyków, zrodził tendencje identyfikowania zjawisk tych odruchów u zwierząt ze zjawiskami utrwalania się ruchowych umiejętności u człowieka, pomijając zasadnicze różnice, które w obu tych wypadkach mogą zachodzić. Na plan pierwszy występuje tu fakt, że w doświadczeniach nad zwierzętami biorą one bierny udział w nabywaniu nawyków, podczas gdy u człowieka procesy prowadzące do utrwalania się nawyków ruchowych przebiegają przy czynnym udziale osobników, wyrażają ich wzmożoną psy-

chomotoryczną aktywność, w stylu zaś swoim są bardziej zbliżone do strukturalnej czynności niż do biernego przyjmowania elementów wtrąconych, doczepionych wątłymi nićmi przypadkowych asocjacji.

Przeciwko pochopnemu identyfikowaniu tworzenia się u zwierząt odruchów warunkowych z nabywaniem przez człowieka nawyków ruchowych przemawia jeszcze to, że u człowieka proces ten nie przebiega sztywnym sposobem torowania dróg asocjacyjnych, jak to bywa przy tzw. „wkuwaniu", lecz składa się z szeregu kolejnych faz, różnych swą treścią i nacechowanych ładem, w obrębie którego nie daje się nic ująć ani dodać bez naruszenia istoty całości. Teoria torowania dróg nerwowych przy nabywaniu ruchowych umiejętności ma tę słabą stronę, że zapomina o znaczeniu sensorycznych korekcji ruchu, sprowadzając proces ten do mnemicznych przejawów właściwości narządów wykonawczych. W rzeczywistości proces tworzenia ruchowych schematów, jakimi w swej istocie są nawyki ruchowe, odbywa się pod stałą kontrolą sfery czuciowej, w obrębie której powstają impulsy współmierne z aktualnymi warunkami, w jakich ruch się odbywa. W obrębie receptoryki nie znamy sensorycznych schematów z tej prostej przyczyny, że zmysłowe wrażenia stanowią wyraz akomodacji narządów czucia do każdorazowej konkretnej sytuacji. Poza tym, gdyby w ćwiczeniu chodziło tylko o powiązanie elementów ruchowych w jakiekolwiek trwałe związki, trudno byłoby w tych warunkach zrozumieć postępy w doskonaleniu się ruchów pod wpływem ćwiczenia, bowiem każdorazowe zapamiętywanie pierwotnie niedoskonałych ruchów złożonych z elementów wydobytych z głębin asocjacyjnego labiryntu byłoby raczej szkodliwe niż pożyteczne. Ściśle rzecz biorąc, skoro w skład tworzącego się schematu ma wejść nowy jakiś element, to byłoby niewłaściwe poszukiwanie w lamusie doświadczeń tego, co istnieć tam nie może. Jeżeli ćwiczenie ruchów polega na ich powtarzaniu, to wobec faktu, iż każdemu ruchowi towarzyszą sensoryczne korekcje wprowadzające do uprzednio sformowanego zestroju nowe istotne momenty, ruchy w każdym następnym ćwiczeniu nie są podobne do poprzednio opanowanych. Istotę treningu można określić jako „powtarzanie ruchów bez powtarzania", natomiast: „Ruchowy nawyk stanowi strukturę koordynacyjną polegającą na opanowaniu umiejętności rozwiązywania tego czy innego

zadania ruchowego", a ponieważ zadania ruchowe mogą różnić się nawzajem swą istotną treścią, przeto daje się tworzyć ruchowe nawyki w obrębie każdego świadomego ruchu.

Trudność, z jaką człowiek dochodzi do utrwalenia w sobie nawyku ruchowego, wytłumaczyć można tym, że droga do niego przebiega poprzez czynny udział centralnego układu nerwowego w próbach i błędach prowadzących w końcu do najlepszego rozwiązania zadania. W poszukiwaniu najlepszych rozwiązań układ nerwowy napotyka na rozdroża; od ich właściwego poznania uzależnia się dalszy przebieg ćwiczenia jak i jego efekt ostateczny. Rolę przewodników w labiryncie możliwości spełniają tu sensoryczne korekcje, nie zaś tajemnicze instynkty rzekomo niezawodnie prowadzące do celu wysiłków w poszukiwaniu właściwych koordynacji. Tego rodzaju trudności cechują pierwsze fazy nabywania ruchowych umiejętności, z chwilą zaś sformowania się właściwego zestroju dalszy przebieg nauki polega na jego szlifowaniu. Wspomniane fazy w procesie nabywania nawyku ruchowego daje się poznawać i uzasadniać dzięki zdobyczom wiedzy klinicznej, która notuje związki między mankamentami psychomotoryki a anatomicznymi zmianami mózgu.

Proces struktury nawyku ruchowego podzielić można na dwa okresy, z których w pierwszym rola centralnego układu nerwowego polega na podziale komponentów ruchu między elementami anatomicznego tła psychomotoryki, w drugim zaś — na zestrajaniu poziomów struktury ruchu w akord odpowiadający ideowej treści ruchu.

W pierwszym okresie czynności psychomotoryczne będą polegały na: 1. ustaleniu przodowniczej roli jednego ze znanych nam poziomów struktury ruchu, 2. na podziale roli między niższe poziomy struktury ruchu i 3. na wyodrębnieniu sensorycznych korekcji, właściwych dla poszczególnych komponentów ruchu i anatomicznego tła jego struktury. Przejście od pierwszego do drugiego okresu tworzy faza, w której zaznacza się przerzucanie korekcji sensorycznych na właściwe dolne poziomy, co odpowiada istocie automatyzacji.

Drugi okres nazwany został okresem stabilizacji, ponieważ spotykamy się w nim: 1. z opanowaniem swojej roli przez każdy z poziomów struktury ruchu i z zestrajaniem tej roli z pozostałymi poziomami, 2. z kończącym się procesem automatyzacji ruchu, nabie-

rającym cech standardu, 3. z takim stopniem stabilizacji cech ruchu, który może zabezpieczać przed możliwymi błędami, mogącymi powstawać na tle nieprzewidzianej interwencji mniej lub więcej nietolerowanych bodźców.

Najistotniejszym momentem w drugim okresie jest to, że zachodzi w nim taka stabilizacja stosunków między wewnętrznymi i zewnętrznymi warunkami, przy której możliwość ruchowych błędów jest znikoma.

Każdy ruchowy nawyk posiada wielopoziomową strukturę, jedynie bowiem najprostsze ruchy mogą układać się na jednym tylko poziomie. Pierwsze próby nowych ruchów — to, co nazywa autor dzieła „O strukturze ruchu", embrionami przyszłego ruchu nawykowego, są konstruowane przeważnie na jednym z poziomów, a sensoryczne ich korekcje posiadają pierwotnie charakter namiastkowych, ponieważ dopiero na pozomie kory mózgowej (poziom C_2) znajdą się środki do sensorycznego różnicowania ruchów, polegające na wzrokowych i błędniowych wrażeniach.

Krok za krokiem, w miarę tego jak przyswaja się ruchowy nawyk, kora mózgowa znajduje możliwości polegania na sensorycznych korektywach dolnych poziomów, tych właśnie, które pod względem jakości korekcji najlepiej temu odpowiadają. Myśl tę wyjaśnia przykład rzutu, w którym ogólna synergia polegająca na zwrotach tułowia i głowy oraz na rozmachu ramienia i ręki w początkowej swej fazie korygowana przez korę mózgową, ale oparta na sensorycznych doznawaniach właściwych poziomowi synergij, w miarę doskonalenia się otrzyma naczelne kierownictwo talamopallidalnego układu. Należy pamiętać, że wśród ruchowych umiejętności dorosłego człowieka spotyka się tak wielką ilość postaci właściwych dla poziomu działania (D), iż w licznych wypadkach potrafi on utrzymywać monopol kierownictwa nowonabywanymi ruchami. Doświadczenie poucza, że ma to miejsce nawet wtedy, gdy nowoprzyswajany ruch należy do kompetencji pól rzutowych, jak pływanie i jazda na rowerze.

W drugiej fazie nabywania nawyku ruchowego, w której następuje określenie się ruchowego zestroju, wszystkie te ruchy, odnoszące się do formy przedmiotów i do zewnętrznego charakteru ruchu, tj. do ich konstrukcji, są kierowane z poziomu pól rzutowych, natomiast w skomplikowanych czynnościach ruchowych zestroje

tworzą się na poziomie działania D — ciemieniowo-premotorycznym. W ten sposób to, co nazywamy stylem ruchu, a co przychodzi dopiero w drugiej połowie nabywania nawykowego ruchu, należy odnosić do poziomu pól rzutowych.

Iluzje, z którymi spotykamy się przy obserwacji wprawnych ruchów, polegające na wrażeniach, że potrafilibyśmy bez wprawiania się wykonać takie same ruchy, nasuwają uwagę, że jakkolwiek dorosły człowiek posiada znaczny zapas ruchów nawykowych i umiejętności zdradzających skłonność do pewnego stopnia generalizacji, tj. przenoszenia się ich na ruchy podobne, jednakowoż nie oznacza to, że istnieje w rzeczywistości koordynacja jako ogólna cecha motoryczności. Posłuszna nam ręka każe wierzyć w jej wszechpotęgę, ale zawodzi tam, gdzie spotyka się z koniecznością swoistej koordynacji.

Jasny obraz zestroju ruchowego nie daje jeszcze pojęcia o potrzebnych korekcjach i transmisjach; przeto w ślad za drugą fazą nabywania nawyku ruchowego, w której określiła się ilościowa i jakościowa strona składników ruchu, musi następować trzecia, w której uczący się dochodzi do tego, jak zewnętrznie określony już ruch powinien wyglądać od strony wewnętrznego jego przeżywania. Będzie to faza występowania niezbędnych korekcji sensorycznych. W fazie tej centralny ustrój nerwowy intensywnie wchłania strumienie wrażeń charakterystycznych dla różnorakich, wewnętrznych i zewnętrznych wariantów ruchu. Rzecz jasna, że w tej fazie introspekcja połączona z krytyczną analizą ze strony nauczyciela jest skuteczniejsza od bezmyślnego powtarzania opanowywanego ruchu. W omawianej tu trzeciej fazie następuje uświadamianie potrzebnych korekcji i poszukiwanie ich w zasobach dolnych poziomów.

W początkowym okresie nabywania nawyku ruchowego mogą zachodzić dwie alternatywy związane z właściwościami sensorycznych korekcji poziomu kierującego strukturą ruchu i poziomu, na tle którego odbywa się rzeczywista akcja. Chodzi o to, że pierwotnie, jak mówiliśmy, ruch bywa konstruowany w jednym z poziomów, przy czym brakujących mu korekcji dostarcza poziom kierowniczy, o ile posiada potrzebne do tego środki; o ile zaś takowych nie ma, ruch musi odbywać się pod dozorem surogatu niezbędnych korekcji, istniejących w kierowanym poziomie. W pierwszym wypad-

ku z biegiem czasu w kierowanym poziomie kształtują się właściwe dla danego ruchu korekcje, jak widzieliśmy w przykładzie miotacza. W drugim wypadku, gdy kierowniczemu poziomowi brak potrzebnych, chociażby niedoskonałych korekcji sensorycznych, upada cały system kierownictwa, jak to bywa przy obszernych synergiach pochodzących z poziomu talamo-pallidalnego. Wypadek ten ma miejsce na przykład w lokomocyjnych ruchach pływania, jazdy na rowerze, chodzenia po linie itp. Tutaj wykonawczy poziom wszystkich rodzai ruchów lokomocyjnych — poziom piramidalno-striatyczny posiada wszystkie niezbędne rodzaje korekcji, ale do roli pilota ruchu brak mu władania tymi synergiami, bez których ruch pozostaje niewykonalny, chociażby nie dotyczyły one ani pilotażu, ani ostatecznego wyniku działania ruchowego. W tego rodzaju okolicznościach ruch początkowo się nie udaje: uczący się upada razem z rowerem lub pogrąża się w wodzie.

Ogólnie wiadomo, że w tych ostatnich wypadkach daje się dostrzec fakt, który można uznać za prawo, iż w pewnym momencie nauki opanowanie ruchu przychodzi naraz, niemal nieoczekiwanie, jakby drogą olśnienia. Moment ten oznacza, że w poziomie wykonawczym ukształtowała się korekcja synergetyczna, która wypełniła brak jej w poziomie kierowniczym. Wynika stąd, że w przytoczonych przykładach pływania i jazdy na rowerze sekret polegał nie na braku jakichkolwiek odosobnionych ruchowych możliwości, lecz na braku potrzebnych korekcji.

Automatyzacja aktu ruchowego polega, jak wspomniano wyżej, na przesunięciu szeregu składników ruchu, a właściwie na przesunięciu szeregu koordynacyjnych korekcji do niższych poziomów. Znany jest fakt, że zautomatyzowane składniki ruchu zanikają z pola świadomości, z czego wynika, że w każdym akcie ruchowym uświadomieniu podlega tylko to, co jest właściwe dla poziomu kierowniczego; dla piszącego na przykład na maszynie pod dyktando pozostaje świadomy tylko układ liter w słowach oraz ich kolejność, natomiast ze świadomości nikną takie czynności ruchowe zautomatyzowane, jak ruchy rąk, przesuwanie wałka itp., które odnoszą się do poziomów D, C i B.

Analiza stanów świadomości w strukturze i w procesie automatyzacji ruchu doprowadza do wniosku, że istota automatyzmów ruchowych jest zawikłana. Automatyzmy ruchowe nie posiadają cech

samodzielnej konstrukcji, dokonanej przez którykolwiek z poziomów, pozostających poniżej progu świadomości, lecz okazują się nabytymi w toku uczenia się ruchu i z czasem dopiero zautomatyzowanymi. Sama automatyzacja wyuczonych ruchów odbywa się etapami, a każdy z takich etapów, jak wykazuje obserwacja, może realizować się nagle i współmiernie z określeniem się czuciowych korekcji nowego stylu, odpowiadającego charakterowi przyswajanego ruchu. W tym procesie automatyzacji czynności ruchowych dają się wyróżnić dwie fazy: pierwsza z nich polega na znikaniu z pola świadomości niektórych składników nowoprzyswojonego ruchu, druga zaś, przychodząca nieco później, wyraża się w standaryzacji tego składnika, polegającej na przyswajaniu przez niższy poziom nowych ruchowych zestrojów, odpowiadających jego fizjologicznym możliwościom.

Z chwilą gdy element ruchowy dzięki jego automatyzacji, przeszedłszy z dróg piramidalnych na pozapiramidalne, utrwalił się w jednym z poziomów naszej podświadomości, pozostaje on tam jakby w pamięciowej składnicy i może być zużywany nie tylko dla celów ruchu złożonego, w którego ramach przyswajania powstał, ale i dla celów budowy nowego złożonego ruchu zawierającego podobne do niego składniki synergij. Próby uzmysłowienia sobie takiego rodzaju transferu okazały się bezowocnymi. Thorndike próbował nawet lansować teorię „identycznych elementów" (Theory of identical elements), która miała wyjaśnić zjawiska omawianego transferu, ale bezskutecznie.

Znacznie lepiej zjawisko to daje się wytłumaczyć teorią korekcji sensorycznych. Jeżeli omawiany transfer polega na możliwości zużytkowania automatyzmów, nabytych dla celów innego ruchowego nawyku, to nie możemy tego traktować jako przenoszenia ruchów, lecz jako przenoszenie korekcji, bowiem automatyzm to nie ruchy, lecz właściwe im korekcje. Takie ruchy jak: piłowanie, prasowanie lub wydobywanie smyczkiem tonu ze strun instrumentu nie wymagają żadnych ogólnych korekcji i równocześnie nie dają się przenosić, natomiast jazda na rowerze i na łyżwach różniąc się nawzajem jakością synergij posiada tę wspólną cechę, że w jednym jak i w drugim wypadku chodzi o utrzymanie równowagi na wąskim i poruszającym się oparciu, przy tym w warunkach ciągłej zmiany w przestrzeni punktu ciężkości ciała.

Kiedy chłopiec rzucając kamykiem mierzy do celu, podobnie jak strzelec natęża wzrok, gdy składa się do strzału, wówczas obydwaj szukają odpowiedniej korekcji czuciowej, nie zaś właściwego dla swoich celów ruchu. We wszystkich wymienionych tu ruchowych czynnościach chodzi o przenoszenie ruchu do właściwego wykonawczego poziomu, istnieje jednak inny rodzaj transferu, polegający na przenoszeniu ruchu z jednego narządu na drugi, na przykład z jednej ręki na drugą, co zostanie omówione przy analizie stabilizacji nawyku ruchowego.

Przy każdym transferze ruchu mamy możność obserwować błędy pochodzące ze zmiany doznawań czuciowych, związanych ze zmianą wymiarów używanego narzędzia (ołówek, obsadka, nożyce itp.). Chodzi tu o różnice sensorycznych składników poziomu transmitującego ruch i poziomu przyjmującego na siebie rolę kierowniczą, duże też znaczenie posiada i to, że ruchowe elementy dolnych poziomów nie nadają się do transferu, podczas gdy elementy pochodzące z pól rzutowych mogą być przenoszone.

Proces automatyzacji jest ściśle związany z obniżeniem się progu pobudliwości. Zjawisko to wyjaśnić możemy na przykładzie kolarza. Początkujący rowerzysta reaguje na każde doznanie zaburzenia równowagi dopiero wtedy, kiedy osiągnęło ono tak znaczny stopień, w którym mogło być uchwycone przez narządy przedsionkowe i przez czucie proprioceptywne; w tych warunkach ruch zmierzający do skorygowania sytuacji będzie gwałtowny, a ślad koła zygzakowaty, podczas gdy wprawny kolarz łowiąc najdrobniejsze błędy ruchowe potrafi reagować na nie szybko, a ślad jego koła pozostanie przy tym równy.

W drugim okresie automatyzacji można wyróżnić trzy fazy: 1. fazę zgrania się elementów nawyku ruchowego, 2. fazę standaryzacji i 3. fazę stabilizacji. O ile poprzednie fazy automatyzacji ruchu można by porównać z przygotowaniem się aktora do wyznaczonej mu roli, o tyle faza zgrania elementów nawyku ruchowego przypomina próby teatralne. Zgranie takie nie jest łatwe, z uwagi na to, że na wspólnych drogach znajdują się tu korekcje różnego stylu. Taki moment może stwarzać wewnętrzne konflikty, doprowadzające do interferencji (wzajemnego znoszenia się) sensorycznych korekcji, w ślad za tym następują zaburzenia w obrębie samego aktu ruchowego. Tego rodzaju konflikty dostrzegamy u początkujących kolarzy,

a polegają one na tym, że między mocnym chwytem kierownicy kierowanym przez poziom rubro-rdzeniowy a subtelnym i wnikliwym naciskiem na kierownicę w odpowiedzi na przedsionkowe sygnały dopływające do poziomu ciała prążkowanego zachodzi duża różnica, przy której oba wymienione elementy ruchowe mają prowadzić do tego samego celu, tj. do poruszania się w warunkach niepewnej równowagi. Momenty tego rodzaju konfliktów zdarzają się również u pianistów i grających na skrzypcach, u których celność w ruchach palców koliduje w pewnych momentach z szybkością ich poruszania się. Wszystkie te trudności i konflikty dają się zwalczać, ale wymagają ostrożnej i wnikliwej taktyki postępowania. Sygnałem ich występowania mogą być spostrzegane w toku nauki regresje w nabywaniu wprawy. W tych momentach radzi się robić przerwy w ćwiczeniach.

Równolegle i prawie równocześnie z automatyzacją ruchu przebiega jego standaryzacja, w której zaznacza się moment walki ustroju z nadmiarem stopni swobody ruchu. Ruch wystandaryzowany musi posiadać możliwie wąskie granice zmienności; niezbędne są do tego pewne, w małych tylko granicach zmienne, czuciowe korekcje. Brak tego warunku może powodować ruchowe błędy, obniżające wartość standardowego, precyzyjnego ruchu. Standard ruchu nie jest jednak równoznaczny ze standardem korekcji czuciowych, który jest obcy ustrojowi. Ustrój nerwowy walczy o właściwe dla każdego poszczególnego ruchu korekcje czuciowe w całym toku nabywania nawyku ruchowego i systematycznie je zdobywa dzięki swej daleko posuniętej plastyczności, która dopuszcza jednak utrzymanie ruchowego standardu w mnestycznych śladach ruchowych przeżyć. Na tym właśnie pamięciowym przechowywaniu zdobytych doświadczeń polega następna faza automatyzacji, którą nazywamy stabilizacją nawyku.

W charakterystyczny sposób przebiega standaryzacja synergij, pochodzących z talamo-pallidalnego poziomu B, a więc przy ruchach lokomocyjnych, balistycznych itp. W przyswajaniu nawyków w obrębie tego rodzaju ruchów standaryzacja przebiega równolegle do stabilizacji, czego dowodem jest obszerny materiał doświadczalny.

Koordynacja ruchów, jak wyżej powiedziano, polega na zwalczaniu nadmiaru stopni swobody ruchu w poruszającym się

członie łańcucha ruchowego, co jest równoznaczne ze zmianą jego w poddający się kierowaniu system. Przy zastosowaniu metody elektro-miograficznej ustalone zostały następujące zjawiska: W pierwszych etapach nauki ruchu uczeń jak i dziecko uczące się chodzić stara się związać wszystkie stopnie swobody ruchu z wyjątkiem tego jednego, który odpowiada koniecznościom zamierzonego ruchu. Takie wiązanie odbywa się drogą wzmożonego napięcia w licznych mięśniach, co oprócz niepotrzebnej straty energii powoduje również niezgrabność ruchu, jego wymuszony, skrępowany charakter. W miarę nabywania nawyku oraz w miarę wysubtelniania się doznawań czuciowych, okres ten przechodzi w następny, w którym każdy z napiętych mięśni składa się na zespół reaktywnych sił (wspominaliśmy o nich w rozdziale drugim), działających w kierunku przeciwnym niż mięśnie pracujące na korzyść zamierzonego ruchu. Te reaktywne siły będące w związku z wysiłkiem skierowanym ku wiązaniu zbędnych stopni swobody ruchu wypadnie organizmowi zwalczać tak samo jak zwalczał on uprzednio nadmiar swobody ruchu. Proces tego zwalczania sił reaktywnych odbywa się w okresie automatyzacji ruchu drogą powolnego wyzbywania się synkinezji, a nawet idzie tak daleko, że reaktywne siły zostają zużytkowane przez układ nerwowy dla celów ekonomii wysiłku, jak to widzieliśmy w rozdziale drugim na przykładach kowala i biegacza. Sekret takiego transformizmu polega na tej plastyczności układu nerwowego po czuciowej jego stronie, która pozwala odnajdywać rzeczywistość i wyrównywać drogi reakcji na impulsy pochodzące z zewnątrz, przede wszystkim zaś łowić drobne nawet uchylenia w trajektoriach poruszających się członów łańcucha ruchowego. Moment opanowania reaktywnych sił i podporządkowania ich celom ekonomicznego ruchu jest tym momentem, w którym ruch staje się nie tylko ekonomiczny, precyzyjny, ale również płynny i estetyczny. Należy zwrócić uwagę na to, że osobnik posiadający nawyk ruchowy nie zdaje sobie sprawy ze zmian, jakie zaszły w okresie automatyzowania się ruchu, ponieważ uwaga jegoześrodkowuje się na pracy mięśni czynnych pod wpływem bodźców, związanych ze stanem jego świadomości. Analiza spostrzeżeń dotyczących tego tematu pozwala na twierdzenie, iż w procesach automatyzacji wyłączna rola przypada poziomowi synergij (talamo-pallidalnemu — B) i to dzięki jego informacji czuciowej pochodzącej z proprioceptoryki i czucia dotyku.

Ostatnia w procesie automatyzacji ruchu faza jest fazą stabilizacji. Znaczenie jej najlepiej daje się uzmysłowić na przykładzie dwu ludzi, z których każdy w identycznych warunkach potrafi jednakowo wykonać ten sam ruch. Jeżeli natomiast jakiekolwiek zewnętrzne warunki ulegną zmianom, natenczas jeden z nich potrafi zadanie ruchowe wypełnić dokładnie, u drugiego zaś mogą występować objawy dezautomatyzacji ruchu. Pierwszy ujawnił większą trwałość zdobytej automatyzacji, drugi zaś mniejszą. Analiza tego rodzaju wypadków doprowadza do wniosku, że automatyzm ruchu może być zakłócony z dwu powodów, na które składają się komplikacje uboczne albo komplikacje w obrębie techniki i struktury samego ruchu.

Do pierwszej grupy czynników ubocznych należy zaliczyć takie, jak: hałas, chłód, wstrząs lub oślepiające działanie światła oraz niedomagania, jak ból głowy, zatrucie lub inne zaburzenia w pracy receptorów, a także organiczne porażenia centralnego układu nerwowego.

Znacznie ciekawszą, a zarazem istotną grupę stanowi druga kategoria związana bezpośrednio z przebiegiem samego ruchu. Stanowią one dwie odmiany. Pierwsza, to zmiana narzędzi lub materiałów, nowe warunki powierzchni, stanowiącej oparcie dla ciała i jego członków (śliskość, grząskość, nierówność). W wypadkach nauczania te okoliczności należałoby przewidzieć; mogłoby to wpłynąć dodatnio na trwałość nabywanego nawyku. Inaczej mówiąc, ostrożne i wnikliwe komplikowanie uczącemu się jego zadania ruchowego i to tylko w ramach współmierności ze zdarzającymi się komplikacjami podczas popisu mogłoby wpływać na trwałość zdobywanego nawyku.

Do drugiej odmiany czynników dezautomatyzacji należy zaliczyć te, które wiążą się ze zmianami neurologicznego tła struktury ruchu. Dezautomatyzacja następuje tu, jeżeli: „1. z jakichkolwiek powodów poziom wykonawczy, w którym przebiegał proces automatyzacji, staje się poziomem kierowniczym; 2. kiedy ruch zautomatyzowany w jednym poziomie przechodzi na niezwykły dla niego poziom". Można to wyjaśnić przykładowo, z czego wynika, że introspekcja podczas wykonywania zautomatyzowanego ruchu może spowodować jego dezautomatyzację. Jednym z anegdotycznych przykładów jest opowieść o stonodze, która zapytana o to, skąd wie, którą nogą należy w danym momencie ruchu działać, zaczęła zastanawiać

się nad tym, a w wyniku refleksji nie potrafiła ruszyć z miejsca. Inny przykład dotyczy rozpoczynającego naukę gry na fortepianie, ćwiczącego pasaże, któremu naraz kazano zwracać równocześnie uwagę na wygrywaną melodię. Okazało się w tym wypadku, że osiągnięta wprawa w wykonywaniu pasaży malała, z chwilą gdy zaczął zastanawiać się nad melodią. Jako przykład może służyć również chodzenie po podkładach kolejowych, gra na niemej klawiaturze, trenowanie biegu łyżwiarskiego bez używania łyżew lub pływanie bez pogrążania się w wodzie itp. Tego rodzaju pseudo-trening należy uważać za zbędny i szkodliwy, może on bowiem tylko dezautomatyzować ruchy.

Reasumując powyższe dochodzimy do wniosku, że niestałość automatyzmu mogą warunkować: 1. komplikacje i zmiany mogące naruszyć tok ruchu, 2. dopuszczanie ingerencji czynników wykraczających poza granice dostępnych ustrojowi zmian w obrębie struktury ruchu.

Na każdą zmianę warunków zewnętrznych ustrój reaguje poprawkami wyrównawczymi, związanymi z korekcją czuciową, a w miarę utrwalania się tych korekcji odsuwa się niebezpieczeństwo dezautomatyzacji ruchu. Źródeł takich korekcji należy doszukiwać się w poszczególnych poziomach struktury ruchu, okazuje się przy tym, że im wyżej będziemy postępować po hierarchicznej drabinie tych poziomów, z tym większym przystosowaniem do ruchowych wariacji będziemy się spotykać, inaczej mówiąc, plastyczność układu nerwowego narasta współmiernie z hierarchiczną sytuacją każdego z poziomów struktury ruchu. Fakt ten jest w związku z rozwojem motoryczności w filogenezie, istotnym zaś momentem pozostaje tu organiczna zdolność do tworzenia się sensorycznych syntez. Im bardziej ogólne i syntetyczne okaże się sensoryczne pole, im bardziej, dzięki umieszczeniu telereceptorów poza nim, będzie ono niezależne od poruszającego się narządu, w tym szerszych granicach mogą być znajdowane swoiste i wspólne różnym wariantom działania sensoryczne korekcje. Ponieważ jednak tangoreceptory i proprioreceptory znajdą się w samym pracującym narządzie, przeto stwarzana przez nie sensoryczna sygnalizacja zostaje powiązana z owym narządem.

Poziom synergij najmocniej jest związany z tango - i proprioceptoryką i dlatego nie potrafi przekazywać w dół swoich czynności,

natomiast poziomy pól rzutowych i działania otrzymujące czuciowe impulsy od narządów nie biorących udziału w akcji ruchowej mogą tworzyć skomplikowane sensoryczne syntezy i elementy ich przekazywać niższym poziomom. Oto dlaczego na poziomach rubro-rdzeniowym i talamo-pallidalnym nie mogło być rozwiązane zadanie zastępowania jednej ręki drugą, staje się to jednak możliwe już na poziomie pól rzutowych, a tym bardziej na poziomie ciemieniowo-striatycznym. Ta zdolność poziomów C i D do tworzenia zgeneralizowanych syntez nadaje im wyjątkowe znaczenie w procesie stabilizacji ruchowego nawyku.

Korekcje sensoryczne rozwijają się w późnych okresach powstawania nawyków ruchowych. Pod wpływem ćwiczenia mogą jednak wchodzić w grę korekcje „preliminarne", które polegają na powstawaniu momentów odpowiadających pojęciu pogotowia sensorycznego, bowiem, „doświadczeni kowale twierdzą, że efekt uderzenia młotem jest już poniekąd przesądzony w okresie zamachu". Zjawisko korekcji preliminarnych wyjątkowo wyraźnie występuje w ruchach lokomocyjnych, rzutach, uderzeniach, popychaniach i przy skoku. Nie jest ono też obce poziomowi pól rzutowych i, jak wskazują kliniczne obserwacje, wiąże się z polami premotorycznymi.

Wracając do zagadnienia dezautomatyzacji trzeba zauważyć, że w tych wypadkach, kiedy nie stoją na przeszkodzie zmiany organiczne w obrębie układu nerwowego dezautomatyzacja może być łatwo zlikwidowana. W procesie reautomatyzacji jak i w procesie automatyzacji nie chodzi o wypracowanie nowych korekcji, związanych z anatomicznym tłem, na którym proces ten się odbywa, lecz tylko o przywrócenie stanu zdolności do pracy tych automatyzmów, którymi dysponował już przedtem układ nerwowy. Tam gdzie powodem dezautomatyzacji była nadmierna komplikacja zewnętrznych warunków, wystarcza usunięcie tej komplikacji. W innych znów warunkach sprawa może wyglądać bardziej poważnie, tj. wówczas, gdy zestrój ruchomy w razie wypadnięcia jednego z jego członów ulega w całości rozpadowi. Z podobnym zjawiskiem możemy się spotkać wówczas, gdy wewnętrzna więź między członami zestroju ruchowego posiada konstelacyjny, nie zaś organiczny charakter, kiedy elementy zestroju bywają nieliczne i wiążą się z innymi zestrojami.

Długie przerwy w treningu trwające tygodnie i miesiące dezautomatyzują nawyk ruchowy, zwłaszcza w tych wypadkach, kiedy ze-

stroje posiadają charakter konstelacyjny. W tego rodzaju wypadkach trening musi być rozpoczynany od nowa.

Nie tylko jednak długie przerwy wpływają na dezautomatyzację ruchu, to samo zjawisko daje się obserwować również na małych odcinkach czasu, jakkolwiek mechanizm jego nie został jeszcze wyjaśniony. Ogólnie znane są fakty wciągania się do ruchowej działalności po pewnej jej przerwie. Jedno jest tylko wiadome, że wszelkie rozregulowywania się automatyzmów nie są związane ani z wiekiem automatyzmu, ani z trwałością nabytego nawyku, bowiem dezautomatyzacje u sportowców, powstałe wskutek długich przerw, z zasady szybko ulegają redukcji.

SYMPTOMY STRUKTURY POZIOMOWEJ W PATOLOGII I W NORMIE

Zagadnienia poruszone w tym rozdziale mają raczej rozpoznawcze niż praktyczne znaczenie. Chodzi tu o możliwość zdania sobie sprawy z tego, który z poziomów struktury ruchu w każdym z poszczególnych wypadków pełni rolę kierowniczą, jakie poziomy zostały zaawansowane w danym akcie ruchowym i do jakich poziomów należy odnosić szczegóły wykonywanych ruchów. Poza tym interesować nas mogą te punkty, w których następują przerwy w łuku odruchowym. W tym ostatnim wypadku, nie biorąc pod uwagę zaburzeń w obrębie efektorów, można ustalić 5 możliwości: 1. zaburzenia w obrębie dróg dośrodkowych na poziomie rdzenia pacierzowego, 2. zaburzenia w obrębie czuciowego ośrodka w mózgu, 3. zaburzenia w obrębie połączeń między czuciowymi i ruchowymi ośrodkami mózgu, 4. zaburzenia w obrębie ośrodka ruchowego i 5. zaburzenia w obrębie dróg nerwowych prowadzących od ośrodków do obwodu wykonawczego.

Przy rozstrząsaniu następstw zaburzeń organicznych w obrębie układu nerwowego bierzemy pod uwagę treściową strukturę ruchu i skład biorących w nim udział elementów psychomotorycznych; im niższy będzie poziom jego struktury, tym trudniejsze okaże się wypełnienie luki związanej z zanikiem psychomotorycznego ośrodka i tym łatwiejsze będzie wyrównanie luki związanej z treściową formą ruchu. Odwrotnie znów, im wyższy będzie poziom struktury ruchu, tym wypełnienie treściowej luki ruchu będzie trudniejsze.

Interesująca dla wychowawcy jest kwestia normalnego stanu poziomów psychomotorycznych łącząca się z procesami związanymi z nabywaniem automatyzacji ruchu. Procesy te przebiegają w dwóch fazach oddzielonych nawzajem okresem, w którym odbywają się

transmisje zautomatyzowanych elementów ruchu z wyższych ośrodków na niższe. W pierwszej fazie odbywa się ustalanie kierowniczego ośrodka i określanie składu nerwowych składników aktu ruchowego, w drugiej zaś — stabilizacja przyswojonych ruchowych umiejętności i rozszerzanie się granic tolerowanych komplikacji.

Nad zagadnieniem celności nie będziemy się dłużej zatrzymywać. Zaznaczyć jednak należy, że rozróżnia się dwa czynniki celności. Pierwszy polega na związku jej z ostatecznym efektem ruchu, drugi wiąże się z elementami tego zjawiska rozpatrywanymi z punktu widzenia celności nie na podstawie odosobnionego faktu, lecz na podstawie szeregu eksperymentów, pozwalających przeprowadzić ocenę celności jako ogólnej cechy ustroju na podstawie krzywych rozsiewu i skupienia wyników eksperymentu.

Najcelniejszy okazuje się poziom rubro-rdzeniowy — A. Równolegle do celności ruchów pochodzących z tego poziomu obserwuje się również trwałość ich cechy. Sensoryczne korekcje są tu tak ścisłe, że na miogramach biegu rozsiewy nie przekraczają jednej millisekundy. Precyzja, z jaką poziom ten reaguje na impulsy błędnika, została dokładnie zbadana.

Kontrast z poprzednim poziomem tworzy poziom synergij — talamo-pallidalny, niemal zupełnie oderwany od możliwości oceny stosunków przestrzennych.

W dolnej warstwie poziomu pól rzutowych zjawisko celności ruchu przezeń kierowanego występuje ponownie i wyraża się w stosunku do ręki kilku milimetrami. Dzięki obszerniejszej aferentacji górnej warstwy pól rzutowych, opartej na piramidalnym systemie, celność ruchów z niej pochodzących jest jeszcze większa i wyraża się ułamkami milimetra.

Poziom działania — ciemieniowo-premotoryczny nie ma nic wspólnego z celnością ruchów z niego pochodzących.

W rubro-rdzeniowym poziomie powodem ruchowym błędów w obrębie celności będą wszelkie zmiany pozycji ciała, mogące powodować dodatkowe impulsy ze strony błędnika, jak skłony, ruchy głowy, tułowia itp.

Poziom synergij jako typowy przedstawiciel ruchowych standardów jest wyjątkowo wrażliwy na zmiany sytuacji zewnętrznej w związku z tym, że poziom ten w całości jest uzależniony od dotykowych i proprioceptywnych sygnałów czuciowych. Ten styl senso-

rycznych korekcji pociąga za sobą przemieszczenie receptorów, znajdujących się w poruszającym się narządzie, co już samo w sobie stwarza zmiany w składzie czuciowych doznawań. Zmiany stylu biegu, przejścia od biegu do chodu, nasilenia tempa ruchu itp. stanowią dla tego poziomu regulacji ruchu momenty wymagające czasu dla odpowiedniej adaptacji, co odbija się na celności ruchów przezeń kierowanych.

W doświadczeniach przeprowadzonych nad ruchami kowala najmniejszą koncentrację celności ruchów wykazały trajektorie łokcia i ramienia.

Dla podpoziomu C_1 trudnymi do pokonania okazały się zmiany wymiarów i kierunków, dla podpoziomu zaś C_2 charakterystyczna pozostaje cecha daleko posuniętej tolerancji na wariacje warunków zewnętrznych.

W większym jeszcze stopniu tolerancja do wariacji warunków zewnętrznych daje się spostrzegać w poziomie działania, o czym była już mowa.

W dwu najniższych poziomach regulacji ruchu obojętnymi okazują się czynniki odwracające uwagę ćwiczącego, co dla wyższych ośrodków stanowi poważny czynnik dezautomatyzacji. W poziomie piramidalno-striatycznym obojętnymi są zmiany tempa, skali kątowych szybkości, tj. to, co wywiera destrukcyjny wpływ na ośrodki układu pozapiramidalnego.

Reasumując przytoczone w rozpatrywanym rozdziale wywody dajemy krótki przegląd zewnętrznych oddziaływań wprowadzających dezorganizację aktu ruchowego.

Tak więc dla ruchów pochodzących z poziomu A (rubro-rdzeniowego) najniebezpieczniejszy moment dla precyzji ruchu stanowi dodatkowa interwencja błędnika. Pchnięcia, wstrząsy, bierne zwroty, napór wiatru, różnica ciężaru, różne oświetlenie oczu, terniczne wpływy na szyję i twarz, wszystko to powodować może dezautomatyzację. W zakresie receptoryki dotykowej wpływ taki wywierają zmiany kształtów i objętości narzędzi, suchość skóry, rękawiczki, patologiczne zmiany w skórze, jak odciski, wrzody itp.

Dla poziomu synergij niebezpieczne momenty powodujące objawy dezautomatyzacji stanowią zmiany pozycji, kształtów i wysokości siedzenia, wysokości warsztatu i form narzędzi, narzucony rytm, z którym godzi się poziom C_1, wreszcie włączenie się innej synergii.

Źródłem dezautomatyzacji dla ruchów z poziomu C_1 mogą być zmiany zewnętrznych stosunków przestrzennych, osłabienie funkcji poziomu A, odrętwienie ręki lub jej oziębienie, skórna hiperestezja itp. Działanie tych czynników nie jest bezpośrednie, chodzi tu o zaburzenia raczej w obrębie poziomu A. Poważną rolę odgrywać mogą intoksykacje alkoholem i weronalem.

Dla poziomu C_2 momentami destrukcyjnymi są: hałas, rozmowa, odwrócenie uwagi itp., ale najdalej idący w tym kierunku wpływ wywiera brak wzrokowej kontroli działania. Zmęczenie, senność, migrena, zaczadzenie i stany upośledzonego utleniania krwi okazują również destrukcyjny wpływ na ruchy pochodzące z tego poziomu.

Poziom działania odpowiada dezautomatyzacją ruchów na wszelkie transmisje ruchu z jednego poziomu na drugi.

Na tym kończymy nasze rozważania, w których przytoczone zostały poglądy uczonych na filogenezę i ontogenezę motoryczności człowieka, zapoznaliśmy się też z teorią biomechaniki ruchu; obejmuje ona, jak twierdził Pawłow, nie tylko połowiczną stronę zagadnienia, uwzględniającą wyłącznie obwód ruchowy, ale zajmuje się też całym ustrojem ludzkim, w którym wszystkie funkcje zostały scalone w obrębie wewnątrzczaszkowego ustroju nerwowego.

* * *

W dalszym ciągu niniejszej pracy przechodzimy do omówienia poglądów uczonego radzieckiego A. N. Krestownikowa. Fizjologa tego cechuje szeroka skala zainteresowań fizjologicznych, jednakże najwięcej uwagi udziela on tym zagadnieniom, które stoją w bliskim stosunku do ćwiczeń ruchowych, a zwłaszcza do sportu i do wysiłku ruchowego. W roku 1939 wydał on kapitalną pracę (Fiziołogija Sporta), w której zgromadził materiały do fizjologicznej oceny poszczególnych dziedzin sportu. Praca ta oparta na własnych doświadczeniach nad sportowcami poprzedziła jego obecne zainteresowanie się zagadnieniami treningu sportowego. Krestownikow wysuwa znaczenie centralnego ustroju nerwowego w nauczaniu się ruchu i w stabilizacji oraz automatyzacji nawyków ruchowych, poświęcając przy tym dużo uwagi narządom zmysłów i wegetatywnemu układowi nerwowemu. Krestownikow nie stworzył własnej teorii ruchu, ale jego fizjologiczne syntezy przyczyniły się w olbrzymim stopniu do

racjonalizacji dydaktyki ćwiczeń ruchowych i treningu sportowego. Uczonego tego należy uważać za apologetę idei współpracy pracowni fizjologicznych z praktykami kultury fizycznej. Ideę tą potrafił on zrealizować u siebie w pracowni fizjologii leningradzkiego instytutu kultury fizycznej, gdzie stworzył szkołę fizjologów. Pracownia ta zaspokaja przede wszystkim potrzeby praktyki wychowania fizycznego i obok teoretyków gromadzi w pracy badawczej również i techników kultury fizycznej zarówno z grona nauczycieli czy instruktorów jak i z grona trenerów.

Trudno byłoby zdać sprawę z dorobku Krestownikowa, a to ze względu na liczne publikacje z wielu dziedzin jego fizjologicznych zainteresowań, gdyby nie przyszedł nam z pomocą sam autor pracą poświęconą fizjologicznym zasadom treningu sportowego. (Uczonyje zapiski Inst. im. Leshafta, 1946). Przewodnia myśl wymienionej pracy daje się streścić w kilkunastu punktach, posiadających dla praktyka zasadnicze znaczenie. Nie wnosząc w zasadzie żadnych rewelacji do wiedzy o treningu, autor potrafił jednak stworzyć syntezę tego wszystkiego, co o treningu powiedzieć może współczesna wiedza fizjologiczna, przeto wypowiedziane przez niego myśli podajemy w kolejnych punktach.

1. W treningu zaznaczają się dwa ważne momenty: tworzenie się ruchowego nawyku i podnoszenie się wydolności ustrojowej dynamiki.

2. W ruchowej działalności człowieka uwidoczniają się ścisłe związki między działalnością narządów trzewnych, narządów zmysłów, centralnego układu nerwowego i obwodowego układu ruchowego.

3. Każdy nawyk ruchowy ustala się według zasad i wzoru odruchu warunkowego, w czym główną rolę odgrywają: poziom wrażliwości ustroju na podniety i sprawności jego mechanizmów psychomotorycznych.

4. W procesie treningu musi być stosowany właściwy rytm pracy, polegający na odpowiednich do charakteru ćwiczeń przerwach. Rytm ten dla ćwiczeń lekkoatletycznych powinien polegać na przerwach pięciominutowych, a dla gimnastyki, jak ustalił Osipow, na przerwach dwuminutowych między seriami wykonywanych ruchów.

5. O każdorazowym efekcie wysiłku ruchowego decyduje rozsądnie stosowana rozgrzewka, polegająca na ćwiczeniach wpływających na wegetatywne procesy w ustroju.

6. Ścisła obserwacja poucza, że w stanach dobrego wytrenowania wyraźnie zaznaczają się zmiany w krwiobiegu i oddychaniu w okresie przedstartowym.

7. Hamująca rola kory mózgowej zaznacza się w przebiegu aktu ruchowego tym wyraźniej, im większe opory będą do pokonania.

8. Przy każdym precyzyjnym akcie ruchowym należy uwzględniać możliwość powstawania szkodliwych odruchów spowodowanych przez ścięgna umięśnienia szyjnego, bowiem każda zmiana w położeniu głowy i w równowadze ciała może wywoływać dezautomatyzację ruchu.

9. Scheringtowskie prawo równoczesnej i wtórnej indukcji (to, co niesłusznie określa się pospolicie transferem ruchu) ma pełne zastosowanie w treningu. Badania ustaliły, że ćwiczenia rąk powodują obniżanie się szybkości ruchów w stawach barkowych, wzmagają natomiast szybkość ruchów w stawach biodrowych i odwrotnie. To samo daje się notować przy jednostronnych ćwiczeniach kończyn, przy czym ćwiczenie jednej kończyny wzmaga wydajność pracy w kończynie drugostronnej. Krestownikow udowodnił również, że statyczna praca jednej ręki wzmaga dynamizm drugiej.

10. Nawyk ruchowy pod wpływem systematycznych ćwiczeń przechodzi w ruchowy stereotyp, w którym najdrobniejsze nawet zmiany powodują dezautomatyzację ruchu i konieczność wyrabiania drogą ćwiczenia nowego nawyku.

11. Ćwiczenia ruchowe w ciągu treningu przestrajają mechanizmy psychomotoryki.

12. Podział treningu na ogólny i szczegółowy jest sztuczny i naukowo nieuzasadniony.

13. W racjonalnym treningu powinny być przestrzegane zasady: a. stopniowego obciążania ustroju pracą, b. możliwie wielostronnego rozwijania sfery motorycznej, c. systematycznego dążenia do wydobycia z ustroju maksymalnego wysiłku (nie dotyczy to okresu nabywania nawyku ruchowego i okresu automatyzacji ruchu).

Ta krótko podana synteza poglądów Krestownikowa na praktyczną stronę zagadnień treningu została oparta na doświadczalnej pracy autora i licznych obserwacjach jego szkoły, która nadal bada związki między czuciową stroną układu nerwowego a efektami pracy sfery motorycznej. Ostatnio, wraz z W. W. Wasiljewem ogłosił Krestownikow spostrzeżenia nad rolą centralnego widzenia w treningu lekkoatletycznym (Tieorija i Praktika Fiz. Kult. 1947).

Uczeni radzieccy są naogół zgodni ze sobą co do roli, jaka przypada sferze czuciowej w motoryczności człowieka, i w podobny sobie sposób formułują naukowe wskazania racjonalizacji treningu. Nie mając możności dłuższego zatrzymywania się na zainteresowaniach radzieckich fizjologów zagadnieniami dotyczącymi kultury fizycznej dla pełności obrazu podajemy, że poza obu powyższymi uczonymi, w opracowywaniu naukowych podstaw wychowania fizycznego biorą udział tak wybitni fizjologowie, jak Orbeli, Winogradow, Pałładin, Bykow i wielu innych.

Z kolei musimy przyjrzeć się rezultatom prac fizjologów na terenie praktyki wychowania fizycznego i sportu.

Trudne byłoby zestawienie nazwisk nauczycieli ćwiczeń ruchowych, instruktorów i trenerów, którzy nie tylko potrafili wyzyskać teoretyczny dorobek dla celów praktyki wychowania fizycznego, ale i sami przez naukowe obserwacje przyczynili się do powiększenia dorobku wiedzy o mechanizmach psychomotoryki, bowiem wśród praktyków i techników wychowania fizycznego w ZSRR dobitnie zaznacza się tendencja do współpracy z badawczymi instytutami kultury fizycznej. Pomijając tedy wiele godnych zanotowania prac praktyków, ogłaszających swe enuncjacje na łamach mies. „Tieor. i Prakt. Fiz. Kult.“, wymienimy tylko kilku z nich dla zilustrowania faktu potrzeby współpracy zakładów naukowych z terenem realizacji powszechnej kultury fizycznej.

N. G. Ozolin — instruktor i trener sportowy ogłosił w „Uczonych zapiskach“ Instytutu Kultury Fizycznej im. Stalina pracę poświęconą nauczaniu lekkiej atletyki, w której, opierając się na dorobku wiedzy fizjologicznej w ZSRR, w szczególności zaś na tezach Krestownikowa, próbował racjonalizować nauczanie ruchu i trening. Jego bardzo cenne wskazówki dla instruktorów i trenerów jak i wytyczne Krestownikowa podajemy w streszczeniu według punktów ilustrujących przewodnią myśl całej pracy.

We wskazówkach dla praktyków i techników kultury fizycznej Ozolin wyciąga logiczne wnioski z faktu encefalizacji funkcji ustrojowych i uzasadnia syntetyczną metodą w nauczaniu ruchów. Zwraca on uwagę na to, że warunkiem szybkiego i dokładnego opanowania umiejętności ruchowej jest wyobrażeniowe przeżywanie ruchu przez ćwiczącego przed jego wykonaniem oraz introspekcja i samoanaliza po odnotowaniu wyniku wysiłku ruchowego. Ciekawe jest to, że tezę tę ustalił Ozolin przed opublikowaniem pracy A. I. Puni, który doświadczalnie ustalił fakt trenującego wpływu wyobrażeń ruchu (Tieor. i Prakt. Fiz. Kult. 1947). Nawiasem mówiąc fakt ten znany był jogom, J. Proschekowi i Maxikowi, którzy stosowali pracę wyobraźni w ćwiczeniach ciała, ale dopiero Puni potrafił udowodnić to za pomocą eksperymentu naukowo zorganizowanego. Dalsze wywody Ozolina sprowadzają się do następujących punktów:

1. W początkowym okresie nauczania ruchu instruktor powinien poświęcać dużo uwagi pokazom doskonałego ruchu, unikać wykładów słownych i ograniczyć się tylko do tych wyjaśnień, które dotyczą najistotniejszych momentów nauki; np. wskazanie uczącemu się rzutu dyskiem konieczności nadawania sprzętowi ruchu obrotowego i pouczenie go, jakie warunki są niezbędne do wywołania takiego ruchu.

2. Od uczącego się nie należy wymagać od razu ruchu wykończonego w szczegółach, natomiast należy od niego żądać ruchu poprawnego w uproszczonej formie.

3. Należy unikać momentów bezmyślnego powtarzania ruchu, natomiast wskazane jest zmuszanie ćwiczącego do zdawania sobie sprawy z popełnianych błędów i z przyczyn niepowodzeń.

4. Serie wykonywanych przez ćwiczącego ruchów nie powinny być na początku zbyt wielkie i powinny kończyć się pauzami.

5. W okresie stabilizacji nawyku ruchowego do pierwotnie prostych ruchów powinny być stopniowo dołączane szczegóły, tak by uczeń odnosił wrażenie, że każde ćwiczenie przynosi mu coś nowego.

6. W późniejszych okresach nabywania nawyków ruchowych i w okresie automazycji ruchu wskazane jest wprowadzenie komplikacji i urozmaicenia ruchu, jak np. przy nauce skoków zmuszanie

do skoków z rozbiegu, z miejsca, z marszu z różnym ułożeniem tułowia i kończyn, co sprzyja większej tolerancji nabytego stereotypu ruchowego w razie wystąpienia nieprzewidzianych dezautomatyzujących czynników.

7. W wypadkach, gdy uczeń nie potrafi opanować szczegółów techniki ruchu, należy te szczegóły ćwiczyć osobno, z tym jednak zastrzeżeniem, że po ich opanowaniu muszą one być natychmiast włączane do całości wykonywanego ruchu.

8. W pokazach ruchu lepiej uciekać się do tempa zwolnionego.

9. Nauczanie ruchów wyspecjalizowanych powinien poprzedzać ogólny i wszechstronny rozwój mechanizmów ciała, w szczególności zaś ośrodków psychomotorycznych.

10. W okresie automatyzacji poprawnego ruchu nie należy żądać od ucznia najwyższego wysiłku. Dotyczy to zarówno ilości jak i potęgi wykonywanych przez ćwiczącego ruchów. Lepiej jest wykonać mniejszą ilość i mniej energicznych, ale poprawnych ruchów, niż większą ilość ruchów forsownych, ale niedokładnych.

11. Zamiast doskonalenia wyspecjalizowanych ruchów przez wielokrotne ich powtarzanie, zaleca się dodatkowe ćwiczenia, mogące udoskonalać niektóre cechy motoryczności, ważne dla techniki ruchów wyspecjalizowanych. Tak więc dla skoczków ubiegających się o silniejsze odbicie zalecane są biegi krótkie, dla miotaczy uprawianie rzutów granatem, piłkami itp., przy tym obiema rękami naprzemian.

Inny instruktor i nauczyciel ćwiczeń ruchowych — Bellinowicz, formułując dydaktyczne zasady w nauczaniu ćwiczeń ruchowych (Tieor. i Prakt. Fiz. Kult. 1948) jest najzupełniej zgodny z Ozolinem, na którego powołuje się w toku swojej rozprawy. Zasady jego dają się zmieścić w sześciu punktach dotyczących konieczności:

1. Świadomego stosunku ćwiczącego do własnego zadania ruchowego, polegającego na rozumieniu celu wykonywanego ruchu, na umiejętności oceny osiągnięć i na analizie popełnianych błędów.

2. Twórczego udziału ucznia w ćwiczeniu, polegającego na dążeniu do najlepszego wykonania zadania ruchowego.

3. Poglądowości w nauczaniu.

4. Systematyczności w ćwiczeniu, polegającej na przechodzeniu od ćwiczeń prostszych do bardziej złożonych, od łatwiejszych do trudniejszych i od znanych do nieznanych.

5. Dostępności ćwiczenia, polegającej na współmierności sił i uzdolnień ćwiczącego ze stawianym mu zadaniem.

6. Stabilizacji nabytego nawyku, polegającej na doprowadzaniu ruchowego nawyku do stadium jego automatyzacji.

Wnikliwą analizę czynników dezautomatyzacji ruchu podaje S. W. Jananis (Tieor. i Prakt. Fiz. Kult. 1948); do czynników tych zalicza przede wszystkim znużenie, dalej złudzenia optyczne itp. Atakuje on wszelkie próby stosowania w treningu ćwiczeń sztucznych, upodabnianych, ale nie tych samych z założonymi do opanowania, jak np. nauczanie ruchów pływackich na piasku lub nauki narciarskich kroków na bezśnieżnej powierzchni, względnie w sali gimnastycznej. Twierdzi on, że takie ruchy mogą prowadzić do automatyzmów, ale tylko bezużytecznych, a z punktu widzenia założonego celu nawet szkodliwych.

Zrozumienie znaczenia rytmu w pracy i wysiłku doprowadziło praktyków kultury fizycznej w Związku Radzieckim do stosowania interwałów w treningu nawet biegów długodystansowych.

Znamienne są w tej mierze enuncjacje T. N. Kowal-Pietrenki i Ł. P. Pugaczow-Jonina (Tieor. i Prakt. F. K. 1948), którzy z wielkim sukcesem zastosowali przerwy w biegach treningowych na krótkie i długie dystanse. Poruszona przez Krestownikowa sprawa rozgrzewki weszła dziś w stadium powszechnego stosowania w sporcie i znalazła się w ramach badawczej pracy praktyków kultury fizycznej w ZSRR. Zerwano ostatecznie z tradycją cieplarnianego treningu, od sportowca wymaga się dziś ruchowych nawyków i stereotypów o szerokiej skali tolerancji na czynniki dezautomatyzujące ruch, a wyniki tych reform, spowodowanych interwencją ścisłej wiedzy w sprawy praktyki wychowania fizycznego i sportu, demonstrują radzieccy sportowcy na międzynarodowych stadionach.

Na zakończenie niniejszego szkicu należy dodać, że proces współpracy fizjologów z technikami kultury fizycznej, zapoczątkowany na długo jeszcze przed wojną, uległ w obecnym powojennym okresie wielkiemu przyśpieszeniu. Tym, jak również wielkim ożywieniem się pracy badawczej na terenie kultury fizycznej w Związku

Radzieckim, należy tłumaczyć sukcesy radzieckich sportowców doby bieżącej. Cytowany przykład powinien zwrócić uwagę naszych teoretyków na potrzeby kultury fizycznej w Polsce, a zarazem pobudzić polskich magistrów wychowania fizycznego do podjęcia się pracy badawczej. Czas już wielki, by zerwać z przedwojenną humanistyczną dialektyką w traktowaniu człowieka, którego mechanizmy życiowe zostały dostosowane do życia w środowisku fizycznym, skomplikowanym wytworami jego geniuszu. Do poznawania jego prowadzi droga poprzez poznawanie jego stosunku do środowiska fizycznego i społecznego.

Polska literatura teoriopoznawcza z dziedziny wychowania fizycznego jest na ogół uboga. Apel S. Szumana do psychologów i wychowawców nie spowodował pożądanej fali opracowań neurofizjologicznych. Wśród psychologów interesujących się dziedziną wychowania fizycznego spotykamy tylko S. Szumana i J. Pietera. Neurofizjologia polska nie zdołała jeszcze należycie się rozwinąć i stąd w zagadnieniach wychowania fizycznego podchodzimy do człowieka z metodami humanizmu. Lepiej znacznie, co prawda, przedstawia się sprawa na terenie fizjologii ogólnej i fizjologii pracy, co w znacznej mierze należy zawdzięczać W. Missiuro, przed nauką stosowaną stoi jednakże nadal obszerne pole pracy badawczej w obrębie kultury fizycznej. Wychowanie fizyczne domaga się, by wiedza techniczna o nim oparta była na mocnych podstawach nauki ścisłej i tej ideologicznej przesłance ma służyć niniejszy referat.

PIŚMIENNICTWO

N. Cybulski — Fizjologia człowieka — pod red. A. Beka i N. Cybulskiego

S. Szuman — Psychologia ćwiczeń fizycz. — Przegl. Fizjolog. Ruchu. 1932

N. A. Bernsztejn — O postrojenii dwiżienij. 1947, Medgiz

„ — Koordinacija dwiżienij — Uczon. Zap. 1947, Fiz. Kult. i Sport

„ — Biodinamika startowych dwiżienij. Tieor. i Prak. Fiz. Kult., 1947

„ — Fiziołogija cziełowieka pod red. Marszaka, 1947

A. N. Kriestownikow i W. W. Wasiljew — Rol zrienija w lohkoatleticzieskich dwiżienijach — tamże

A. C. Puni — Ob aktiwnoj roli priedstawlenij w procesie owładienija dwigatielnymi nawykami. Tieoria i Prak. Fiz. Kultury, 1947

N. G. Ozolin — Osnowy mietodiki obuczienija lohkoj atletikie — Ucz. Zap., 1947, Fizk. i Sport.

A. N. Kriestownikow — Fiziołogija sporta, 1946.

„ — Fiziołogiczieskije osnowy sportowoho treninga — Uczon. Zapiski Inst. Im. Leshafta, 1946

„ — Fizioł. cziełow. pod red. Marszaka, 1947

S. W. Jananis — O metodiczieskich principach postrojenija dwigatielnaho nawyka. Tieor. i Prakt. Fiz. Kult., 1948

D. P. Pugaczow-Ionow — Interwalnyj metod trienirowki na śriednija rozstojanija — tamże

I. A. Kriaczko — Sowietskaja nauka o fiziczieskom wospitanii — tamże

T. N. Kowal-Pietrienko — Niekotoryje principy trienirowki sprintera w bystrotie dwiżienij — tamże

W. W. Belinowicz — Didakticzieskije principy obuczienija fiziczieskim uprażnienijam — tamże

Ch. C. Kosztojanc — Oczierki po fiziołogii w Rossiji, 1946.

SPIS TREŚCI

ERRATA

str 7	wiersz 5	od dołu	wydrukow.	— ruchomym,	czytaj	— ruchowym
„ 13	„ 2	„	„	— suma swobody	„	— różnica sumy swob.
„ 16	„ 11	od góry	„	— do 90^0	„	— o 90^0
„ 26	„ 10	„	„	— właściwymi ośrodkami	„	— z właściwymi ośrodkami
„ 35	„ 16	„	„	— znikanie	„	— zanikanie
„ 53	„ 8	„	„	— których	„	— w których
„ 66	„ 17	„	„	— błędniowych	„	— błędnikowych